Warum die Samen anderer Pflanzen auf Mistelschleim nicht oder nur schlecht keimen

Von

E. Heinricher

k. M. K. Akad.

Aus dem Botanischen Institut der Universität Innsbruck

(Mit 2 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Oktober 1917)

Daß die Samen von Pflanzen, die unter normalen Bedingungen rasch keimen, auf Mistelschleim nicht oder nur unvollkommen zu keimen vermögen, hat Wiesner[1] gezeigt. Die Anregung zu den entsprechenden Versuchen gab ihm die Annahme, daß im Schleime der Mistelbeeren ein »Hemmungsstoff« vorhanden sei, der während der »Ruheperiode« der Mistelsamen ihre Keimung auch dann verhindert, wenn den Samen sonst günstige Keimungsbedingungen geboten werden. Wie ich[2] kürzlich nachzuweisen vermochte, haben aber die Samen der Mistel keine durch innere Bedingungen bewirkte, also wahre Ruheperiode, und gelingt es nunmehr, bei richtiger Darbietung der Außenbedingungen, sie jederzeit in zwei bis drei Tagen zur Keimung zu bringen, ja der Keimbeginn

1 »Pflanzenphysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg. (IV.) Vergleichende physiologische Studien über die Keimung europäischer und tropischer Arten von *Viscum* und *Loranthus*«. (Diese Ber.; mathem.-naturw. Klasse, Bd. CM, Abt. I, 1894.)

2 »Über den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode bei den Samen der Mistel (*Viscum album* L.)«. (Diese Ber., 125, Bd. 1916.)

kann innerhalb 24 Stunden einsetzen. Darauf einzugehen ist übrigens hier nicht weiter nötig, nur muß hervorgehoben werden, daß damit und durch noch speziellere Versuche,[1] die meine eben erwähnte Abhandlung enthält, die Annahme Wiesner's, daß im Mistelschleim ein besonderer Stoff enthalten sei, der auf die Keimung der Mistelsamen selbst hemmend einwirke, widerlegt erscheint.

Wiesner suchte seine Annahme zunächst an dem Verhalten anderer Samen dem Viscinschleim gegenüber zu prüfen. Darüber teilt er mit:[2]

»Zu diesem Behufe habe ich Samen rasch keimender Gewächse, und zwar von *Lepidium sativum, Linum usitatissimum* und *Trifolium pratense*, auf das Fruchtfleisch geöffneter Beeren von *Viscum album* gestreut, diese auf feuchtgemachtes Filtrierpapier gelegt und in den feuchten Raum gebracht. Parallel damit wurden die Samen der genannten Gewächse auf feuchtem Fließpapier zur Keimung gebracht und in beiden Fällen für möglichst gleiche Keimungsbedingungen Sorge getragen.

Die auf den Schleim gestreuten Samen keimten nicht, während die auf bloß feuchter Unterlage ausgestreuten Samen der Kresse nach einem, die des Leins nach zwei und die Kleesamen nach drei Tagen keimten.

Die auf Schleim gestreuten Samen schienen etwas weniger gequollen als die auf feuchtem Papier gesäeten Samen. Um mich zu überzeugen, daß die schwächere Quellung der ersteren nicht Ursache ihres Nichtkeimens sei, wurden die Samen der genannten Gewächse vor dem Ausstreuen auf den Viscinschleim zuerst im Wasser zum Aufquellen gebracht. Aber auch in diesem Falle trat keine oder eine sehr verspätete und dann nur sehr schwache Keimung ein.

Wurden die einige Tage mit dem Viscinschleim in Berührung gestandenen ungekeimten Samen mit Wasser abgespült und hierauf regelrecht zur Keimung ausgelegt, so

[1] A. a. O., p. 16 und folgend.

[2] A. a. O., p. 24.

erfolgte, mit einer mehr oder minder langanwährenden Verzögerung, die Keimung.

Diese Versuche wurden mehrmals mit gleichem Erfolge wiederholt. Es ist zum Gelingen dieser Versuche nötig, dafür Sorge zu tragen, daß dem Viscinschleim nicht zu viel Wasser zugefügt wird, weil sonst alsbald unter sichtlicher Zersetzung des Viscinschleims starke Schimmelbildung und Verwesung der Samen eintritt.

Es kann nach diesen Versuchen keinem Zweifel unterliegen, daß in dem Fruchtfleisch von *Viscum album* ein Stoff oder vielleicht auch mehrere Stoffe vorhanden sind, welche die Keimung der genannten Samen aufhalten.« (Von mir gesperrt, H.)

Die beobachteten Tatsachen, die Wiesner mitteilte, wurden von mir nicht in Zweifel gezogen, wohl aber ihre Deutung: daß die Verzögerung der Keimung der Mistelsamen auf der Wirkung eines Hemmungsstoffes beruhe und auch das Nichtkeimen anderer Samen auf Mistelschleim in gleicher Weise zu erklären sei. In ersterer Hinsicht widerlegt meine eingangs erwähnte Abhandlung Wiesner's Annahme in einwandfreier Weise, in letzterer Hinsicht äußerte ich mich schon 1912[1] ablehnend und sagte: »Hingegen wird Wiesner's Befund, daß der Schleim der Mistelbeeren auf andere Samen die Keimung hindernd oder stark beeinflussend wirkt, auf das toxische Prinzip, das der Mistelkeim enthält, zurückgeführt«. Zu dieser Deutung gaben die Beobachtungen Laurent's über Giftwirkungen, die Mistelsamen (-keimlinge und selbst -beerenschleim) auf gewisse Birnsorten ausüben und eigene Beobachtungen gleicher Art Veranlassung.[2]

---

[1] E. Heinricher, »Über Versuche, die Mistel (*Viscum album* L.) auf monocotylen und auf sukkulenten Gewächshauspflanzen zu ziehen«. (Diese Ber., Bd. CXXI. Abt. I, 1912.)

[2] Man vergleiche meine ausgedehnten Versuche zu dieser Frage, die kürzlich zur Veröffentlichung gelangten. E. Heinricher, »Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum; Immune, unecht immune und nicht immune Birnrassen; Immunwerden für das Mistelgift früher sehr empfindlicher Bäume nach dem Überstehen einer ersten Infektion«. (Denkschriften der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien, mathemat.-naturwiss. Klasse, 93. Bd. 1916; 34 p., 4 Taf.)

Im Spätherbst 1915 habe ich eine Wiederholung der Wiesner'schen Versuche unternommen und das bei dieser Gelegenheit Gesehene ließ mir Zweifel aufkommen, ob bei der keimungshemmenden Wirkung des Mistelschleims auf andere Samen tatsächlich Giftwirkungen vorliegen. Ich suchte nach einer anderen Erklärung. In der Abhandlung »Über den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode bei den Samen der Mistel (*Viscum album* L.)« sage ich in der Zusammenfassung: »7. Die von Wiesner als Beweis für das Vorhandensein von Hemmungsstoffen im Mistelschleim angeführte Tatsache, daß die Samen sonst rasch keimender Pflanzen auf Mistelschleim nicht keimen, wird unter Zurücknahme einer früher vom Verfasser ausgesprochenen Ansicht dadurch zu erklären gesucht, daß diese Samen, selbst wenn sie im Mistelschleim versinken, dem Schleim das zur Keimung nötige Wasser nicht zu entziehen vermögen. Der Mistelschleim wäre für die Samen ein gewissermaßen physiologisch trockener Boden«. Wie ersichtlich, suchte ich also die keimungshemmende Wirkung des Mistelschleims durch seine physikalische Beschaffenheit zu erklären.

---

v. Wiesner hat über seine Versuche (vgl. das zitiert p. 840 Wiedergegebene) nur kurz gefaßt berichtet. Ich war bestrebt, die Versuche in mehrfacher Abänderung zu wiederholen und besonders auch die Art der Schädigung zu verfolgen, welche die Keimlinge durch den Mistelschleim erleiden, ein Punkt, auf den Wiesner nicht eingeht, der höchstens mit den Worten »eine sehr verspätete und dann nur sehr schwache Keimung« angedeutet erscheint. Auch unterblieb allem Anscheine nach die Weiterbeobachtung jener Keimlinge, die aus Samen hervorgingen, welche nach der Entfernung des Mistelschleims durch das Abspülen mit Wasser »hierauf regelrecht zur Keimung ausgelegt«, dann mehr oder minder verzögert keimten. Es stand aber zu erwarten, daß sich aus dem Verhalten solcher Keimlinge Hinweise auf die Wirkungsweise des Mistelschleims ergeben könnten.

Mein Ziel war, zu zeigen: 1. daß auch für das Nichtkeimen anderer Samen auf Mistelschleim Wiesner's Annahme von Hemmungsstoffen nicht begründet erscheint, 2. zu entscheiden, welche der beiden von mir gegebenen Deutungen sich als zutreffend erweisen läßt. Ob Giftwirkungen vorliegen (die später zurückgezogene Erklärung) oder ob die physikalische Beschaffenheit des Schleims (dadurch bewirkte Störung der osmotischen Vorgänge, meine zweite Deutung) Ursache des Nichtkeimens oder der Schädigung der Keimlinge sei?

Das gesteckte Ziel halte ich für erreicht. Meine Versuche erweisen, daß der Schluß Wiesner's auf das Vorhandensein eines Hemmungsstoffes im Mistelschleim, der die Keimung anderer auf den Schleim ausgesäeter Samen hinderte, ebensowenig berechtigt erscheint wie der, daß der gleiche Hemmungsstoff auch die Keimung der Mistelsamen selbst verzögere. Von meinen Deutungen fällt die erst aufgestellte, während die zweit ausgesprochene durch die nachfolgenden Versuche als richtig erwiesen gelten dürfte.

Die Versuche.

I—V. Vorversuche.

I. Versuch. Ein orientierender Versuch, der am 16./11. 1915 angesetzt wurde.

A. Das Bodenstück einer Petrischale wird mit Samen von *Viscum album* mit voller Schleimhülle (Beerenhaut entfernt) gefüllt; auf dieses Substrat kommen: in die eine Hälfte der Schale 15 Samen von *Brassica oleracea*, in die andere 15 Samen von *Lepidium sativum*. Die Schale wird durch das Deckelstück gedeckt.

B. Parallelversuch. Der Boden einer Petrischale wird mit 3 Lagen Filterpapier bekleidet (dieses befeuchtet) und dann mit je 15 Samen beider Pflanzenarten beschickt. Die Versuche verliefen in dem geheizten S-Versuchsgewächshaus des Institutes.

Ergebnis: Am 19./11. In A keine Keimung. Der Viscinschleim erscheint flüssig, die Versuchssamen sind darin

untergesunken. An den *Lepidium*-Samen ist der Ort, wo das Würzelchen austreten sollte, erkennbar. (Über die Kultur wird an diesem Tage ein Dunkelsturz gestülpt, um eine allfällige Hemmung des Wurzelwachstums durch das Licht auszuschalten.) — In B haben 9 Samen von *Lepidium* gekeimt und besitzen Würzelchen von 5—8 *mm* Länge.

Am 20./11. Von *Lepidium* 11 Samen gekeimt, die Würzelchen vom Pelz der Wurzelhaare bekleidet. Von *Brassica* zeigen 6 Samen Keimbeginn.

22./11. In A keine Keimung; der Deckel der Petrischale wird entfernt, der Dunkelsturz aber belassen. In B 14 Samen von *Lepidium* und 12 Samen von *Brassica* gekeimt. B wird aufgelassen.

25./11. In A keine Keimung. Da die Tischplatte, auf der beide Kulturen nebeneinander standen, nicht ganz eben und etwas nach vorn abfiel, war im hinteren Teil der Petrischale die Schleimschicht niedriger und ragten die hier ausgelegten *Brassica*-Samen teilweise aus ihr vor.

4./12. Keine Keimung. Auch die Kultur A aufgelassen.

Der Versuch entsprach in seinem Ergebnis also vollkommen den Erfahrungen Wiesner's.

Kritik. Bei dieser Art der Versuchsanordnung ist allerdings ein Keimen der Samen im Mistelschleim von vornherein sehr unwahrscheinlich, wenn man gesehen hat, daß die Samen im Schleim völlig versinken. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß dadurch ein Abschluß des Sauerstoffes herbeigeführt wird, der für sich allein das Keimen zu verhindern vermag. Ein Schüler Wiesner's, Dr. G. Tomann,[1] hat auf diesen Umstand aufmerksam gemacht und durch Diffusionsversuche auch nachgewiesen, daß Schleim für Luft gar nicht oder nur äußerst wenig durchgängig ist.

In der betreffenden Abhandlung, die zunächst andere Ziele verfolgte, sind aber interessanterweise auch Versuche

[1] Vergleichende Untersuchungen über die Beschaffenheit des Fruchtschleimes von *Viscum album* L. und *Loranthus europaeus* L. und dessen biologische Bedeutung. (Diese Ber., mathemat.-naturw. Klasse, I. Abt., 115. Bd., 1906.)

über Keimungshemmung durch andere Pflanzenschleime, nicht nur durch den der Mistel, angeführt, was mir besondere Würdigung zu verdienen scheint.

Tomann sagt: »Zu den Versuchen benutzte ich den Schleim von *Cydonia*, *Plantago Psyllium*, *Lepidium sativum*, *Viscum* und *Salep*. Ich ließ Kressesamen frei auf feuchtem Papier, auf Schleim und in Schleim eingebettet unter sonst gleichen Verhältnissen keimen. Im ersteren Falle keimten sie schon nach 30 bis 36 Stunden, im zweiten Falle in 3 bis 5 Tagen, im dritten Falle aber im Schleim von *Plantago Psyllium* noch nicht einmal nach 12 Tagen, in dem von *Lepidium* noch nicht nach 10 Tagen. Die Keimung wurde durch den Schleim gänzlich verhindert. Dagegen konnte ich bei Verwendung einer dünnen Gallerte von *Cydonia*-Schleim oder *Salep* keine Verzögerung bemerken, was wohl der Fall wäre, wenn lösliche keimungshemmende Stoffe in größerer Menge im Schleim enthalten wären. Hier dürfte also der durch den Schleim bewirkte Sauerstoffmangel wenigstens eine Ursache der Keimungshemmung sein.«

II. Versuch. In diesem wurde angestrebt, den Schleim der Mistelsamen abgestuft weniger flüssig zu erhalten, um dem Einwurf zu begegnen, daß die im Schleim versinkenden Samen der Versuchspflanzen infolge Sauerstoffmangels nicht zu keimen vermögen. Der Versuch wurde am 24./11. 1915 eingeleitet und wieder in die Parallelversuche A und B gegliedert.

In *A* wurde wesentlich die gleiche Anordnung getroffen wie bei I *A*. Das Bodenstück einer Petrischale wurde mit von der Schleimhülle umgebenen Mistelsamen dicht bedeckt, auf diese Schicht je 15 Samen von *Brassica* und *Lepidium* ausgelegt. Von der Verwendung des Deckels der Petrischale wurde abgesehen, dafür über die Kultur eine kleinere Glasglocke gesetzt.

In *B* wurde nur eine geringere Zahl von *Viscum*-Samen mit Schleim in das Bodenstück einer Petrischale gebracht, auf den Schleim je 5 Samen von *Brassica* und *Lepidium* ausgelegt. Eine Deckung mit einer Glasglocke entfiel. So

sollte ein völliges Einsinken der Samen in den Schleim verhindert werden.

Am 29./11. weder in *A* noch in *B* eine Keimung; daß solche in *B* nicht erfolgte, war schon als Folge dessen klar, daß der Schleim eingetrocknet war. In Schale *A* wurde nun der Schleim mit Wasser überschichtet, in Schale *B* die inselartige Gruppe von *Viscum*-Samen mit Wasser umgeben.

4./12. Weder in *A* noch in *B* ein Same gekeimt, obgleich in *B* einige Samen aus dem Schleim frei hervorragten.

9./12. Keine Keimung. An diesem Tage werden die Samen von *Brassica* und *Lepidium*, beider Kulturen gesondert, in Wasser gewaschen und dann in reines Brunnenwasser übertragen. In *A* erfolgte auch daraufhin bis 22./12., dem Tage, an dem der Versuch aufgelassen wurde, keine Keimung; in *B* war am 13./12.[1] ein Same, am 22./12. ein zweiter von *Lepidium* und ein Same von *Brassica* gekeimt. Der zuerst zur Keimung geschrittene *Lepidium*-Keimling hatte sich schon zum Pflänzchen entfaltet.

Der Versuch entspricht wieder den Ergebnissen Wiesner's und zeigt, daß, wenn der Kontakt mit dem *Viscum*-Schleim ein geringerer war, das Keimvermögen der Samen, wenn sie in Wasser vom Schleime befreit, wieder zum Keimen ausgelegt werden, sich als nicht erloschen erweist. Man vergleiche im Zitat aus Wiesner p. 840 einen ähnlich durchgeführten Versuch.

III. Versuch. In diesem wurde von der Verwendung von Mistelschleim abgesehen. Es sollte versucht werden, ob Gelatine, eine dem Mistelschleim in physikalischer Beziehung offenbar verwandte Substanz, ebenfalls keimungshemmenden Einfluß auf Pflanzensamen ausübt.

Zunächst wurde eine sterilisierte Lösung von dünnflüssiger Beschaffenheit verwendet, und um ihr Erstarren zu verhindern, die Schale, in die sie eingefüllt worden war, auf

[1] An diesem Tage war in beiden Schalen das Wasser eingetrocknet und wurde neuerdings zugesetzt. Das mochte einen schädigenden Einfluß üben; insbesondere in B wären ohne diesen Umstand wahrscheinlich mehr Keimungen zu verzeichnen gewesen.

den Paraffinofen gestellt. Die Gelatine war in so niedriger Schicht gegeben, daß die Samen teilweise aus ihr hervorragten. Verwendet wurden wieder Samen von *Brassica* und *Lepidium*. Eine zweite Schale erhielt Brunnenwasser, die gleichen Samen und lagerte ebenfalls auf dem Paraffinofen. Ein diesem aufliegendes Thermometer wies als Maximum die Temperatur von 32° C. Beginn des Versuches am 29./11. 1915.

Am 30./11. waren im Wasser die Samen von *Lepidium* zum Teil gekeimt, am 1./12. ungefähr 50 Prozent derselben. An dem Tage stand auch schon die Mehrzahl der *Brassica*-Samen im Keimbeginn.

Am 3./12. konnte Weiterentwicklung der *Lepidium*-Keimlinge festgestellt werden, auch hatten alle *Brassica*-Samen gekeimt und waren bei einigen Keimlingen die Wurzeln schon lang ausgewachsen. — In der Gelatinelösung aber keimte weder von *Lepidium* noch von *Brassica* ein Same.

Schon dieser Versuch schien mir dafür zu sprechen, daß die von Wiesner festgestellte Erscheinung, daß Samen anderer Pflanzen auf Mistelschleim nicht keimen, eine Tatsache, die von Tomann und jetzt auch von mir bestätigt erscheint, von Tomann aber auch in gleicher Weise bei anderen Pflanzenschleimen nachgewiesen wurde, einer anderen Erklärung bedarf als der, welche ihr Wiesner gab.

Es erscheint überflüssig und unwahrscheinlich, daß ein Hemmungsstoff hier eine Rolle spielt, wobei jeder Schleim wohl wahrscheinlich einen spezifischen solchen Stoff enthalten müßte. Ebenso dünkt mich meine Annahme, daß ein im Mistelschleim enthaltener Giftstoff Ursache der Erscheinung sei, unnotwendig. Viel einfacher und einheitlicher kommt mir die Erklärung vor, daß die Samen solchen Kolloiden, wie es Gelatine, *Viscum*-Schleim und andere Pflanzenschleime sind, weder im Gelzustande noch in dem halbwegs konzentrierterer Sole, das zur Keimung nötige Wasser zu entziehen vermögen. Es ist bekannt, daß das Molekulargewicht der Kolloide im Lösungszustande Werte von außer-

ordentlicher Größenordnung ergibt, eine Folge dessen, daß bei ihrer Lösung die aufspaltende Wirkung des Lösungsmittels viel weniger weit geht als bei den Krystalloiden. Ob dies damit zusammenhängt, daß die Moleküle der Kolloide sehr groß sind oder daß sie in Lösung in weit höherem Maße Polymoleküle bilden, was für die eigentlichen reversiblen Kolloide (denen Gelatine und Pflanzenschleim angehören) als wahrscheinlich gilt, ist noch nicht entschieden.[1] Es scheint nun das Wasser von derartigen Kolloiden so festgehalten zu werden, daß die Keimlinge es sich nicht oder nicht in genügendem Maße anzueignen vermögen.

Es ist zu betonen, daß es sich hier speziell um lauter hydrophile Kolloide handelt, die sich durch ihre große Tendenz zur Hydratation, das heißt Quellung, auszeichnen.[2]

Auf Sauerstoffmangel ist das Nichtkeimen der Samen in der Gelatinelösung wohl kaum zurückzuführen; die *Brassica*-Samen besonders, die größer sind, ragten ja mit einem Teil ihrer Oberfläche aus der Lösung vor.

Diesen Versuch habe ich schon in einer früheren Abhandlung[3] erwähnt; er und eine weitere Beobachtung veranlaßten mich, von meiner früher gehegten Anschauung abzugehen und nicht mehr einen im Mistelschleim vorhandenen Giftstoff als Ursache des Nichtkeimens der Samen anzusehen. Die Wirkung der verschiedenartigen Schleime und der Kolloide ähnlicher Beschaffenheit, wie die der Gelatine, erscheint durch die jetzt gegebene Deutung in einheitlicher Weise gegeben.

IV. Versuch. Anschließend an den vorigen Versuch wurde am 3./12. 1915 folgender eingeleitet: Von der gleichen Gelatinelösung, die zu dem Versuche III gedient hatte, wurde nach ihrer Verflüssigung ein Glasnäpfchen bis zu halber

[1] Vgl. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, Bd. II, den Abschnitt: »Disperse Gebilde. Allgemeiner Teil«. p. 1028.

[2] Vgl. R. Höber, »Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe«, III. Aufl., Leipzig 1911, p. 352.

[3] »Über den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode etc.«, p. 18.

Höhe gefüllt. Nach dem Erstarren der Gelatine bei Zimmertemperatur wurde sie 2 *mm* hoch mit Brunnenwasser überschichtet und dieses darauf mit Samen von *Brassica* und *Lepidium* beschickt. Beabsichtigt war, die Samen in diesem übergelagerten Wasser keimen zu lassen. Ein normales Keimen hätte meiner Ansicht nach gegen die Annahme eines Hemmungs- oder eines Giftstoffes in der Gelatine gesprochen.

Der bei Zimmertemperatur durchgeführte Versuch gelang nicht. Durch mit den Samen eingeführte Bakterien wurde die Gelatine frühzeitig verflüssigt, so daß die Samen in ihr untersanken. Die *Lepidium*-Samen hatten noch nicht gekeimt, die von *Brassica* standen im Keimbeginn, als das Untersinken begann.

Wenn keimfrei gemachte Samen gewonnen werden könnten, verspräche eine Wiederholung des Versuches Erfolg.

V. Versuch. Dieser hatte zum Ziele festzustellen, ob etwa Giftwirkungen von ausgelegten Mistelsamen (ungekeimt oder mit hervorbrechenden Keimlingen) an jüngeren *Brassica*-Pflänzchen, denen sie aufgelagert wurden, hervortreten würden. Die Kohlpflänzchen wurden in kleinen Töpfen gezogen. Das Anlegen der Mistelsamen erfolgte am Hypokotyl, auf Kotyledonen, bei älteren Pflänzchen auch auf Laubblätter. Die Versuche verliefen in der Zeit vom 23. 11. 1915 bis 3. 3. 1916.

Das Ergebnis will ich nur summarisch verzeichnen: Erscheinungen, welche zur Annahme von Giftwirkungen berechtigt haben würden, traten nicht auf. Nirgends wurde ein örtlich begrenztes Absterben von Geweben unterhalb der ausgelegten Mistelsamen beobachtet, Erscheinungen, denen wir allerdings bei belegten Organen anderer Pflanzen, in einer weiteren Studie, wohl begegnen werden. Beachtet wurde, daß belegte Kotyledonen schneller verfallen als unbelegte, aber nur in den letzten Stadien, wenn sie ihre Reservestoffe offenbar schon völlig oder nahezu völlig abgegeben haben und zu vergilben beginnen. Ich gewann den Eindruck, daß ihre Gewebe nur mehr geringen osmotischen Druck besitzen und ihnen Wasser durch den Mistelschleim

entzogen wird. Stets vergilbten sie gleichmäßig in ihrer ganzen Fläche und lösten sich ab. Die Laubblätter vergilbten und lösten sich aber immer der Altersfolge nach ab. Es gelang nicht, ein jüngeres, mit einem Mistelsamen belegtes Blatt früher zum Absterben zu bringen als das darunter befindliche unbelegte Blatt. Auch bei den Laubblättern im alternden Zustande schien mir aber ihr Verfall durch den Wasserentzug, der vom Schleime des ausgelegten Mistelsamens ausging, beschleunigt zu werden.

Die bisherigen Versuche hatten gewissermaßen als Vorversuche das Ziel, Orientierung zu geben. Wichtiger sind die folgenden, von denen die ersten zu dem Zwecke ausgeführt wurden, Aufschluß über die Art der Schädigung zu gewinnen, welche die in der Keimung unterdrückten oder doch geschädigten Embryonen der Samen durch den Mistelschleim erfahren. Die Versuche beschränkten sich auf die Samen von *Brassica oleracea.*

VI—X. Weitere Versuche über die Hemmung der Keimung und die Art der Schädigung der Keimlinge durch den Mistelschleim.

VI. Versuch, eingeleitet am 21./12. 1915. Auf eine größere Porzellanschale wurden 20 Mistelsamen samt Schleimhülle in Abständen verteilt, neben jeden Mistelsamen ein Same von *Brassica* gelegt. Letztere Samen waren durch 24 Stunden vorgequollen. Die Schale mit den Mistelsamen wurde dann auf einen größeren, zum Teil mit Wasser gefüllten Untersatz gestellt und die Kultur mit einer Knopfglocke überdeckt, deren Seitenwandungen mit im Wasser getränktem Filtrierpapier ausgekleidet waren. Das Filtrierpapier ergänzte seine Feuchtigkeit ständig, da es in das Wasser des Untersatzes tauchte. Die unter der Glocke befindliche Luft wird nahezu immer mit Feuchtigkeit gesättigt gewesen sein; der Mistelschleim konnte nicht eintrocknen. Der Versuch verlief im nach Süden gelegenen, geheizten Gewächshaus des Institutes.

Ein Parallelversuch dazu lief vom 24./12. Die zeitliche Differenz des Beginnes hat in dem Falle keinen Einfluß.

Die Zusammenstellung war die gleiche wie oben, nur wurden in ihm nur *Brassica*-Samen verwendet, die auf dem inneren Porzellanteller einzeln auf drei Lagen starke, wassergetränkte Filtrierpapierscheibchen mit einem Durchmesser von nicht ganz 2 *cm* zu liegen kamen. Nennen wir der Kürze halber die erste Anordnung *A*, die zweite *B*.

Das Ergebnis in *A* war: 25./12. Keine Keimung. An 9 Samen fiel auf, daß sie etwas geschrumpft waren; ihre Testa zeigte Einsenkungen. Der Schleim schien also den gequollenen Samen Wasser zu entziehen. Am 27./12. Keine Keimung; so auch noch am 3./I. Doch wurde am 27./12. bemerkt, daß die Schrumpfung der *Brassica*-Samen zurückgegangen und nur mehr an 4 Samen sichtbar war. Am 29./12. war sie auch bei diesen Samen geringer geworden. Der Schleim wurde immer flüssiger, da er offenbar aus der feuchtigkeitgesättigten Luft unter der Glocke Wasser aufzunehmen vermochte. Das stimmt wenigstens teilweise mit Ergebnissen von Versuchen überein, die durch K. Linsbauer durchgeführt wurden.[1]

Am 3./1. — eine Keimung[2] war bisher nicht eingetreten — wurde der Versuch in der bisherigen Zusammenstellung abgeschlossen, in nachstehender Weise aber weitergeführt. Die im Schleim den Mistelsamen angelagerten *Brassica*-Samen wurden im Wasser gewaschen, die ganze Apparatur gereinigt und in der früheren Weise zusammengestellt mit der Abänderung, daß jetzt unter die Glocke nur die *Brassica*-Samen gebracht wurden, die auf drei Lagen sterilisierten, wassergetränkten Filterpapiers zu liegen kamen. Das Ergebnis war: 10./1. 1 Same im Keimbeginn. 11./1. Die Keimlinge

[1] Diese finden sich bei Wiesner in der zitierten Abhandlung p. 17 mitgeteilt. Linsbauer stellte fest, daß der Mistelschleim im allgemeinen sehr wenig hygroskopisch ist. Erst bei einer Luftfeuchtigkeit von 81 Prozent war die Wasseraufnahme etwas beträchtlicher. Auch soll der Schleim erst, wenn er zwei Drittel des Wassers verloren hat, befähigt sein, Wasser aus der Luft aufzunehmen. Es scheint nun, daß auch der frische Schleim Wasser aus der Luft aufzunehmen vermag, wenn diese mit Wasserdampf gesättigt ist.

[2] Mit Rücksicht auf Folgendes sei hervorgehoben, daß während der Zeit vom 21./12. bis 3./1. auch kein Mistelsame gekeimt hatte.

zweier Samen teilweise, ein Keimling ganz aus der Samenhaut herausgetreten. Keine normale Keimung. Die Zahl der Keimlinge nimmt dann allmählich zu. 17./1. 7 Samen haben gekeimt, zwei der Keimlinge zeigen eine noch ziemlich normale Entwicklung der Wurzel. 24./I. 13 Samen hatten den Keimling aus der Testa vorgeschoben, die Keimungen waren aber von normaler ± abweichend; insbesondere war die Entwicklung der Wurzel geschädigt. Nur bei 5 von den 13 Keimlingen hat sich die Keimwurzel normal entwickelt, aber auch bei diesen war bei vieren zuerst eine deutliche Hemmung des Wachstums vorhanden, die erst nachträglich verschwand. Nur 2 Samen hatten in normaler Weise gekeimt, d. h. ließen die Keimwurzel zuerst hervortreten. Meist trat der ganze Keimling aus der Samenschale hervor, ohne aber Wurzelwachstum zu zeigen, oder es wurde zunächst nur die Schale gesprengt, sichtlich jedoch hauptsächlich durch die Volumzunahme des Hypokotyls und der Kotyledonen. Bei einer größeren Zahl von Keimlingen blieb die Keimwurzel dauernd verkümmert. Ich gewann den Eindruck, daß diese Erscheinungen auf stattgefundenem Wasserentzug durch den Mistelschleim in der ersten Versuchsperiode beruhen und daß durch den Wasserentzug besonders die Wurzelanlage getroffen wurde. Es scheint, daß diese das Wasser osmotisch weniger festzuhalten vermag als der übrige Embryo. Durch reichliche Wasserzufuhr konnte aber bei einigen solchen Wurzeln die Hemmung aufgehoben werden.

Doch auch an den Kotyledonen waren Schädigungen wahrzunehmen. So z. B. auch an einem der Keimlinge, der eine normal entwickelte Hauptwurzel hatte. Die Kotyledonen waren braunfleckig und erreichten nicht die normale Größe.

Die braunen Flecken waren weißlich umrandet, weil an solchen Stellen das Ergrünen unterblieb. Derartige Verhältnisse waren bei den Kotyledonen mehrerer Keimlinge in wechselnder Stärke vorhanden.

Die Erscheinungen an den Kotyledonen soll die Fig. 1 der Taf. I erläutern. 1 a führt in natürlicher Größe ein Keimpflänzchen vor, dessen ursprünglich im Wachstum gehemmte Hauptwurzel nachträglich ziemlich normal ausgewachsen

war. Beide Kotyledonen erscheinen geschädigt und erreichen nicht die ihnen auf dieser Entwicklungsstufe normal zukommende Größe (l. c.). Besonders stark verkümmert war der eine Kotyledo, der von vorne gesehen in 1 b nochmals wiedergegeben erscheint. Der nahezu schwarz gehaltene zentrale Fleck entspricht dem gebräunten am Objekt, der aus abgestorbenen Geweben bestand. Die chlorophyllfreien Partien sind weiß, die chlorophyllhältigen graugetont gehalten.

Bis 1./2. erfolgte keine weitere Keimung; 7 Samen hatten völlig versagt. An diesem Tage wurde die Kultur aufgelassen.

Wie man aus dem eingangs gegebenen Zitate ersieht, hat Wiesner offenbar einen ähnlichen Versuch durchgeführt. Mein Resultat stimmt auch insofern mit dem Wiesner's überein, als die einige Tage in Berührung mit dem Viscinschleim gestandenen, dann gewaschenen und »regelrecht zur Keimung ausgelegten Samen« eine mehr oder minder lange Verzögerung in der Keimung erfuhren. In meinem Versuche scheint aber die Keimungsfähigkeit eines ziemlich hohen Prozents (35 %) der Samen überhaupt vernichtet worden zu sein. Auch verlief fast keine Keimung normal. Von Schädigungen der auf solchem Wege erzielten Keimlinge ist bei Wiesner nichts erwähnt.

Das Ergebnis der in ihrer Zusammenstellung vorher geschilderten Parallelkultur *B* ist mit wenigen Worten erledigt. Erwähnt sei noch, daß die Filterpapierscheibchen unter den einzelnen Samen nahezu täglich mit H_2O getränkt werden mußten. Die am 24./12. ausgelegten Samen hatten zwischen dem 28./12. und dem 21./1. 1916 alle, und zwar normal, gekeimt und ergaben auch gesunde Pflänzchen.

VII. Versuch. Der am 8./2. 1916 eingeleitete Versuch hatte den Zweck, zu verfolgen, wie die Keimung bei starker Verdünnung des Mistelschleims verläuft, ob und welche Schädigungen der Keimlinge hierbei zu beobachten sind.

Versuchsanordnung: 20 Mistelsamen mit Schleim werden auf einer mit sterilisiertem Filterpapier überdeckten Porzellanschale in Abständen ausgelegt. Das Filterpapier ist mit Brunnenwasser nicht nur gesättigt, sondern letzteres überdeckt

ersteres etwas, so daß für eine weitgehende Verflüssigung des Schleimes gesorgt erscheint. 20 Samen von *Brassica* wurden durch mehrere Stunden vorgequollen und dann 10 von diesen auf Mistelsamen aufgelegt, 10 aber seitlich neben solche, näher oder entfernter, gelagert. Die Porzellantasse kommt auf einen größeren Untersatz mit Wasser, wird mit einer Glasglocke gedeckt, deren Seitenwandungen mit zwei Lagen Filterpapier bekleidet sind, die Wasser aus dem Untersatz nachsaugen.

Verlauf des Versuches: Schrumpfung der ausgelegten *Brassica*-Samen wurde nicht beobachtet.

10./2. 1 Same neben *Viscum* hat die Testa gesprengt.

11./2. Ein zweiter Same neben *Viscum* keimt.[1]

13./2. 13 Samen gekeimt, 5 *Viscum*-Samen aufliegende, 8 nebenlagernde.

Bis 16./2. keine neue Keimung.

Die Keimungen verliefen aber durchaus nicht normal. Hemmung in der Entwicklung der Hauptwurzel war überall bemerkbar, ebenso Schädigung der Kotyledonen, entweder eines oder beider, in wechselndem Umfange.

Bis 16./2. waren 2 Keimlinge ganz aus der Samenhülle hervorgetreten. Einer dieser und ein anderer, mit den Kotyledonen noch in der Samenschale steckend, wurden gezeichnet. An beiden ist die Verkümmerung der Hauptwurzel erkennbar. Fig. 2 gibt zweifach vergrößert einen Keimling wieder, der einem Mistelsamen aufliegt. Das Hypokotyl ist hervorgetreten und reagierte zunächst positiv geotropisch; die verkümmerte, zum Teil abgestorbene Wurzel ist an seinem basalen Pol erkennbar. Die Kotyledonen ragen aus der gesprengten Testa hervor. Das Ergebnis der später erfolgten genaueren Untersuchung des Wurzelteils wird noch folgend zur Sprache kommen.

Fig. 3 führt uns einen der ganz aus der Samenschale ausgetretenen Keimlinge, ungefähr zweieinhalbfach vergrößert, vor; links davon liegt der Mistelsame. Das Hypokotyl erscheint S-förmig gekrümmt; seine zunächst positiv geo-

[1] Als Keimung wird hier Sprengung der Samenhaut bezeichnet

tropische Reaktion weicht nachfolgend einer negativen. Ist in der ersteren Periode die Wurzel nicht im oder am Substrat befestigt worden, so wird sie durch diese Krümmung des Hypokotyls in die Luft gehoben. Das ist in dem Falle mit der in der Entwicklung gehemmten Wurzel geschehen, die nachträglich auszuwachsen begann und eine positiv geotrope Krümmung vollzog.

Die beiden Keimblätter liegen der Hülle des *Brassica*-Samens auf. Am oberen Rande sind, dunkel getont, zwei aus abgestorbenem Gewebe bestehende Stellen ersichtlich gemacht.

Vom 16./2. ab wurde der Versuch etwas abgeändert fortgeführt. Die *Brassica*-Samen und -Keimlinge wurden vom Schleim möglichst gereinigt (beim Übertragen in Wasser sah man die Schleimhülle als flockigen Belag) und auf frisches Filterpapier übertragen. Die übrige Zusammenstellung blieb wie vorher. Es sollte geprüft werden, ob noch weitere Samen keimen und ob bei den Keimlingen die vorhandenen Hemmungen mehr oder minder schwinden würden.

Zur Zeit waren 5 Samen noch ohne jedes Anzeichen von Keimung, 1 hatte die Testa gesprengt, 9 hatten den Wurzelpol vorgeschoben, 5 waren vorgeschrittener in der Keimung, doch steckte einer davon mit den Keimblättern noch in der Samenschale.

Die Beobachtungen wurden bis zum 1./3. fortgesetzt. Von den 5 ungekeimten Samen keimten noch 4; 2 am 19./2., 1 am 21./2., 1 am 25./2.

Die beiden erstgekeimten entwickelten zunächst eine normale Hauptwurzel, doch blieb sie bei einem, nachdem sie auf 1 *cm* Länge ausgewachsen war, gehemmt.

Der am 19./2. hervorgebrochene Keimling blieb mit einem verkümmerten Kotyledo in der Samenschale stecken (Fig. 5, Taf. I); vom zweiten Keimblatt ist nur die eine Hälfte gewachsen und ergrünt. Die Keimwurzel (bei *a* in der Figur) war gehemmt, ihr Gewebe mindestens an der Oberfläche abgestorben. Vermutlich hat sich aber ein neuer Vegetationspunkt im Innern gebildet, der zur Wurzel (*b*) ausgewachsen ist. Dies ist wenigstens auf Grund des noch später zu

besprechenden Falles wahrscheinlich. Andernfalls wäre b eine nahe dem Vegetationspunkte der Hauptwurzel zur Entwicklung gekommene Nebenwurzel.

Der Keimling vom 25./2. ist ganz aus der Samenschale hervorgekommen. Seine Keimwurzel (Fig. 6, Taf. 1) war abgestorben; das eine Keimblatt verkümmerte und blieb weißlich, das zweite ergrünte und entfaltete sich zum größeren Teil, an einer Seite (weiß gehalten in der Abbildung) war aber auch dieses offenbar geschädigt.

Von den 9 Samen, deren Keimlinge am 16./2. den radikularen Pol vorgeschoben hatten, hat sich zwar die Mehrzahl von der Samenschale ganz befreit (einer ging frühzeitig ein), doch blieb bei allen die Keimwurzel vollends gehemmt. Geringere oder stärkere Schädigung war jedoch stets auch an den Keimblättern vorhanden. Solche zu versinnlichen, möge die Abbildung zweier Keimlinge (Fig. 7 und Fig. 8) herangezogen werden.

Fig. 7 stellt bei ungefähr zweifacher Vergrößerung ein Keimpflänzchen dar, von dem ein Keimblatt und ein Teil des Hypokotyls sich normal entwickelten und ergrünten; das zweite Keimblatt blieb aber verzwergt und ergrünte nur im untersten Drittel des linken Keimblattlappens (diese Stelle in der Zeichnung schwarz gehalten). Das basale, negativ geotropisch aufwärts gekrümmte Stück des Hypokotyls hat an der Spitze die verkümmerte und abgestorbene Keimwurzel, die, wie meist, am Auswachsen total gehemmt worden war, emporgehoben.

Fig. 8 zeigt, wieder ungefähr zweifach vergrößert, einen besonders stark geschädigten Keimling. Die Samenhaut vermochte er abzustreifen; das erzielte er fast ausschließlich durch das Wachsen des einen Keimblattes, das auch ergrünte. Das zweite Keimblatt, das Hypokotyl und offenbar auch die Wurzelanlage büßten aber die Wachstumsfähigkeit völlig ein und verharrten in der Lage, die sie im ungekeimten Samen besaßen. In diesen Teilen trat auch kein Ergrünen ein.

Nur bei den 5 Keimlingen, von denen am 16./2. vermerkt wurde, daß sie in der Entwicklung schon vorgeschritten seien, ist die Hauptwurzel mehr oder minder gewachsen.

Von dreien wurde schon am 18./2. das und die Ausbildung von Wurzelhaaren im Tagebuche vermerkt. Am 21./2. war dies an 5 Keimlingen festgestellt; eine stärkere Entwicklung erreichte die Keimwurzel aber auch nur bei zweien der 5 Keimlinge und eine ganz vollkommene nur bei einem.

Das Ergebnis des Versuches VII ist:

1. Gegenüber Versuch VI kam die Verdünnung des Mistelschleims deutlich zum Ausdruck:

a) daß im Versuche VI, während der 14 Tage, da die *Brassica*-Samen dem Schleim auflagen, überhaupt keine Keimung erfolgte, hingegen im Versuche VII die erste Keimung am zweiten Tage und 13 Keimungen am fünften Tage vorhanden waren;

b) daß im Versuche VI die erste Keimung erst am 21. Tage (dem siebenten Tage nach dem Waschen der Samen) zu verzeichnen war und 7 Samen (35%) überhaupt nicht keimten, auch dann nicht, als der Schleim möglichst entfernt worden war, im Versuche VII hingegen versagte die Keimung nur bei einem Samen (5%) völlig.

2. Auch der verdünnte Schleim des Versuches VII hat aber noch sehr deutliche, die Keimung verzögernde, aber auch den Keimling selbst schwer schädigende und manche Gewebe abtötende Wirkungen ausgeübt.

3. Als besonders empfindlich gegen die Wirkung des Schleims erwies sich wieder die Keimwurzel, doch sind auch die Keimblätter meistens mehr oder minder ungünstig beeinflußt worden.

4. Es tritt recht deutlich hervor, daß die Schädigung besonders jene Organe oder Organseiten trifft, die, ihrer Lagerung im Samen entsprechend, in enge und dauernde Berührung mit dem Schleim geraten.

Ein Durchsehen der Bilder auf Taf. 1 erläutert dies unmittelbar. Gehen wir vom Keimling in Fig. 8 aus, so zeigt er uns auch noch die Lage der Organe, wie sie im Samen

tatsächlich ist; d. h. *Brassica* gehört zu den *Orthoploceae* nach der De Candolle'schen Einteilung der Cruciferen: der Keimling ist im Samen so gekrümmt, daß das Würzelchen (Hypokotyl + Keimwurzelanlage) in einer Rinne der dachartig gefalteten Keimblätter liegt. Kommt die Rinnenseite in den Mistelschleim zu liegen, so ist die besonders empfindliche Wurzelanlage und der innere Kotyledo der schädigenden Wirkung des Schleimes hauptsächlich ausgesetzt. Das wird bei dem Samen, dessen Keimling in Fig. 8 gegeben ist, zugetroffen haben. Annähernd auch bei denjenigen, deren stark geschädigte Keimlinge die Fig. 6, 7 und 5 zeigen. Kleine Verschiedenheiten in der Lage werden das Endresultat ja natürlich mitbeeinflussen und nicht weniger als die Tiefe der Schleimschicht, in die der Same tauchte, mitbestimmen. Für das Erhaltenbleiben des Würzelchens wird jene Lage am günstigsten sein, die den äußeren Kotyledo in Berührung mit dem Schleim bringt, während die Seite mit dem Würzelchen nach oben sieht und vom Schleime frei bleibt. Diese Lage dürfte der Same gehabt haben, der den in Fig. 1 abgebildeten Keimling ergab.

5. Das Entfernen des Schleims durch Waschen der Samen und Keimlinge erzielt bei Samen, die im Schleim nicht gekeimt hätten, noch den Eintritt der Keimung und ermöglicht auch schon geschädigten Keimlingen eine mehr oder minder gute Entwicklung.

Die Lebenskraft der Keimlinge ist im allgemeinen eine hohe. Beobachtet wurde, daß Regeneration der Hauptwurzel eintreten kann. Sichergestellt wurde dies für den in Fig. 2 abgebildeten Keimling. Man sieht seine verkümmerte, aus gebräuntem Gewebe bestehende Wurzel an der Spitze (eigentlich Basis) des Hypokotyls in der angeführten Figur. Später wurde dieser abgestorbene Teil gleich einer Wurzelhaube (tatsächlich wohl Wurzelhaube und ein Teil des Vegetationspunktes der Hauptwurzel) abgestoßen und hatten sich dahinter zwei neue Wurzelvegetationspunkte regeneriert.

Fig. 4 bringt das Hypokotyl jenes Keimlings, die Hauptwurzel mit den regenerierten Vegetationspunkten und den

abgestoßenen, abgestorbenen Teil bei vierfacher Vergrößerung zur Anschauung. Die anatomische Untersuchung bestätigte mit voller Sicherheit, daß hier die Regeneration zweier Wurzelvegetationspunkte stattgefunden hat. Wahrscheinlich ist es, daß auch bei dem in Fig. 5 dargestellten Keimling eine Regeneration eines neuen Wurzelvegetationspunktes aus inneren Teilen der in der Hauptsache abgestorbenen Hauptwurzelanlage erfolgte. Doch wurde in dem Falle von einer anatomischen Untersuchung des Objektes abgesehen. Im Falle die Hauptwurzelanlage in allen Teilen abstirbt und kein Regenerat liefert, ermöglichen noch immer Adventivwurzeln, die aus der Basis des Hypokotyls hervorbrechen, die Bewurzelung des Keimlings. Man sieht das Hervorbrechen solcher auch an dem Hypokotyl in Fig. 4 der Taf. I.

Hier sei noch kurz auf den Befund eingegangen, den die anatomische Untersuchung der geschädigten Keimblätter ergab. Vor allem trat klar hervor, daß jene Keimblatteile abstarben, die durch ihre Lage im Samen und wieder durch die Lage, die der Same im *Viscum*-Schleim gehabt hat, der Einwirkung dieses besonders ausgesetzt gewesen sind. Je mehr eines Keimblattes solcher Einwirkung ausgesetzt gewesen war, um so mehr davon verfiel also dem Absterben. Fig. 9, Taf. II z. B. gibt ungefähr die Hälfte eines Kotyledo wieder, dessen Randteile allein abstarben, während der Mittelteil — nachdem der Mistelschleim entfernt worden war und die Keimung auf getränktem Filterpapier vor sich gehen konnte — sich entwicklungsfähig erwies. Erinnern wir uns der Lage, welche die Teile des Embryos bei den *Orthoploceae* im Samen einnehmen, so wird es klar, daß dieser Same mit der Wurzelseite im Schleime lag, der äußere Kotyledo bis auf die seitlichen Randstreifen aus ihm hervorragte. Im Gegensatze dazu führt Fig. 10, Taf. II beinahe den ganzen Querschnitt eines Keimblattes vor, das größtenteils der Wirkung des Mistelschleims ausgesetzt gewesen ist und infolgedessen einging; nur ein seitlicher Rand ragte offenbar aus dem Schleime vor und blieben deshalb seine Zellen entwicklungsfähig. Die abgestorbenen Blatteile erweisen sich mit Reservestoffen noch prall gefüllt, sie erscheinen daher in den

mikroskopischen Aufnahmen (Fig. 9 und Fig. 10) dunkel, während die lebend gebliebenen weitgehend ihre Reservestoffe zu aktivieren vermochten und mehr oder minder das Streckungswachstum ihrer Zellen einsetzte. Sie lassen daher in den Bildern trotz der geringen, nur 22fachen Vergrößerung das zellige Gefüge deutlich erkennen. Die Eiweiß- oder Myrosinzellen in den abgestorbenen Teilen waren offenbar einer teilweisen Zersetzung anheimgefallen, sie traten dunkelbraun bis schwärzlich verfärbt hervor; auch in Fig. 10 sind sie als dunkle Klexe erkennbar.

Die Ursache des Absterbens von Keimlingsorganen und Geweben unter dem Einfluß des Mistelschleims ist nun wohl die, daß der Schleim Wasserentzug bewirkt. Die totale Keimungshemmung im unverdünnten Mistelschleim liegender Samen aber erscheint darin begründet, daß die Embryonen dem Schleim das zur Keimung nötige Wasser nicht zu entziehen vermögen. Überlegt man sich die Verhältnisse bei der Keimung, so ist für sie bei den meisten Samen die Wasserzufuhr erste Bedingung.[1] Die Quellung setzt ein und ihr folgen die Prozesse der beginnenden Reaktivierung der Reservestoffe. Nach und nach bildet sich erst ein Zellsaft und es ist erklärlich, daß dieser anfänglich nur ein geringes osmotisches Vermögen besitzt, daher durch osmotisch wirksame Stoffe, wie es der Mistelschleim, andere Schleime und ähnliche Kolloide sind, leicht seines Wassers beraubt wird. Gerade auf den Keimbeginn und die ersten Stadien der Keimung werden derlei Stoffe am stärksten hemmend oder störend wirken. Späterhin kann das osmotische Vermögen so gewachsen sein, daß der gleiche Stoff keine Schädigung mehr hervorbringt. Wie der Versuch V lehrt, sind die voll

[1] Die meisten Samen sind ja im reifen Zustande sehr wasserarm, sozusagen trocken. Gerade die Mistelsamen (und offenbar die der meisten Loranthaceen) weichen darin ab; sie sind dauernd relativ wasserreich (Wiesner führt an, daß bei mäßiger Luftfeuchtigkeit aufbewahrte Samen selbst nach Jahresfrist keine Eintrocknung zeigten [Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. XV, 1897, p. 510]) und schon dadurch wird es verständlich, daß ihnen eine Ruheperiode fehlt.

entfalteten Keimblätter von *Brassica* durch den Schleim auf gelegter Mistelsamen nicht mehr zu schädigen und erst mit beginnendem Vergilben, womit wohl eine Herabsetzung des osmotischen Vermögens parallel geht, schien sich durch Beschleunigung ihres Welkens und Verfalles ein Einfluß, der wieder augenscheinlich auf Wasserentzug beruhen wird, geltend zu machen.

VIII. Versuch. Auch dieser war angestellt um zu zeigen, daß es tatsächlich der Mistelschleim ist, der die Keimung anderer Samen verhindert oder hemmt und schädigt, und nicht ein Giftstoff, der etwa vom Mistelsamen stammt.

Er wurde am 12./1. 1916 eingeleitet und wie die vorausgehenden im geheizten, nach Süden gelegenen Versuchsgewächshaus des Institutes durchgeführt.

Die Anordnung war folgende: In eine Petrischale, deren Boden mit drei Lagen sterilisierten, mit Wasser durchtränkten Filterpapiers ausgekleidet war, wurden 20 möglichst vom Schleim befreite[1] Samen der Mistel ausgelegt und neben sie oder auf sie, je zur Hälfte, 20 Samen von *Brassica*, die in Wasser von 30° durch einige Stunden vorgequollen waren. Die Petrischale wurde mit dem Deckelstück geschlossen.

Verlauf: 15./1. 3 Samen normal gekeimt (mit der Wurzel zuerst hervorgebrochen). 1 auf-, 2 nebenliegende.

17./1. 10 Samen gekeimt, 5 auf-, 5 nebenliegende; von ersteren 2, von letzteren 1 noch in den Anfangsstadien der Keimung.

18./1. 12 Samen gekeimt, 5 auf, 7 neben den Mistelsamen. Bei allen normale Entwicklung der Keimwurzel.

21./1. 14 Samen gekeimt, 6 auf-, 8 nebenliegende. An dem Tage, dem neunten seit Versuchsbeginn, hat auch schon der erste Mistelsame gekeimt.[2]

[1] Solche Samen erhalten bei Wasserzutritt stets noch eine, wenn auch geringere Schleimhülle.

[2] Diese schon im Jänner so rasch erfolgte Keimung der Mistelsamen, bei Zutritt nur des Tageslichtes, ist bemerkenswert und offenbar auf die

22./1. 15 Samen gekeimt, 6 auf-, 9 nebenliegende.

24./1. 17 Samen gekeimt; 3 *Viscum* aufliegende Samen stehen noch im Beginn der Keimung. Von den *Viscum*-Samen keimten 12 (Fußnote 2 auf p. 861), 1 Same hat sich braun verfärbt und ist abgestorben.

25./1. 18 Samen gekeimt; ungekeimt je 1 *Viscum* auf- und 1 neben *Viscum* liegend; beide etwas geschrumpft, letzterer weniger.

28./1. 2 der zuletzt gekeimten, auf *Viscum*-Samen aufliegenden Keimlinge kommen nicht aus der Samenschale heraus, diese erscheint nur gesprengt. Der 3. Keimling (gleicher Position) hat seine Radikula auf etwa $2^1/_2$ *mm* Länge vorgeschoben, sie positiv geotropisch orientiert, stößt mit ihrer Spitze nun aber auf den *Viscum*-Samen an und erscheint an der Weiterentwicklung gehemmt.

31./1. Die eben besprochenen Keimlinge entwickeln sich nicht weiter. 2 davon werden gezeichnet. Der eine (2 waren auf der gleichen Stufe verblieben) liegt in Fig. 10, der andere in Fig. 9, Taf. I, vor. Vergrößerung ungefähr $3^1/_2$fach.

Der Versuch wird an diesem Tage aufgelassen. Es hatten die 20 ausgelegten *Brassica*-Samen 15 normale Keimpflanzen ergeben; 3 Keimungen verliefen unvollständig, 2 Samen versagten.

Eine prüfende Betrachtung des Ergebnisses zeigt, daß die nach Möglichkeit durchgeführte Entfernung des Schleimes den Keimerfolg jedenfalls sehr begünstigte, was sich in der verhältnismäßig rasch verlaufenen Keimung und dem hohen Prozent (75) normal entwickelter Keimlinge ausspricht.

Wie schon in der Fußnote p. 861 bemerkt, gelingt eine volle Entfernung des Schleimes nicht, bei Wasserzusatz entsteht bei solchen Samen auf der Oberfläche der Samenhaut noch immer eine, wenn auch nur dünne Schleimschicht. Es ist nun bemerkenswert, daß alle neben einem *Viscum*-Samen ausgelegten *Brassica*-Samen normale Keimpflanzen ergeben

nahezu mit Feuchtigkeit gesättigte Luft in der Petrischale zurückzuführen. Übrigens habe ich einen solchen Erfolg schon in der Fußnote 2, p. 12, meiner Abhandlung »Über den Mangel einer Ruheperiode bei den Mistelsamen« hervorgehoben.

hatten (9, der 10. ungekeimt verbliebene Same war vermutlich an sich minderwertig!), während die 3 unvollkommen gebliebenen Keimungen Samen betreffen, die *Viscum*-Samen auflagen. Es ist eben zweifellos, daß die nebengelagerten Samen von der dünnen Schleimhülle kaum berührt wurden, während die *Viscum*-Samen aufgelagerten doch einen dauernden Kontakt mit der noch vorhandenen Schleimschicht hatten. Die Versuche weisen also deutlich auf den Schleim als die Keimung schädigenden Faktor; je vollständiger seine Entfernung gelingt, desto weniger treten Keimungshemmung und Schädigung hervor.

Das Ergebnis des Versuches VIII steht im Einklang mit dem des Versuches VII, wo eine Förderung der Keimung durch Verdünnung des Mistelschleims nachgewiesen werden konnte, wenn auch die Schädigung der Keimlinge noch recht merklich zur Geltung gekommen war.

IX. Versuch. Derselbe erbringt überzeugend den Nachweis, daß Hemmung und Unterdrückung der Keimung von Samen durch den Schleim bewirkt wird; auch wird durch ihn die Wahrscheinlichkeit, daß an den Schädigungen, welche an den Keimlingen beobachtet wurden, ein von Samen ausgehender Giftstoff beteiligt ist, sehr herabgesetzt, wenn auch, wie später hervorgehoben werden soll, nicht einwandfrei widerlegt.

Laurent[1] folgerte aus seinen Versuchen über die Giftwirkung von Mistelkeimen, Mistelschleim etc. auf die Birnbäume, daß der Giftstoff hauptsächlich vom Embryo zur Zeit der Keimung sezerniert werde. Er resumiert: »La toxine du Gui existe donc en plus grand quantité dans les plantules en germination; vers le 15 mai, il y en a aussi dans la pulpe des baies. Sans doute, elle est secrétée par les embryons en germination et diffuse dans la pulpe.«

[1] »De l'influence du sol sur la dispersion du gui et de la cuscute en Belgique« (Bulletin de l'agriculture, Tome XVI, 1900, Bruxelles).

Die keimungshemmende Wirkung des Mistelschleims auf Samen scheint Laurent unbekannt gewesen zu sein.

Der Versuch IX bezweckte eine vollständige Entfernung des Mistelschleims von den Samen. Dies war nur dadurch möglich, daß der Schleim zunächst wie im Versuche VIII entfernt, dann aber sorgfältig auch die ganze Samenschale abpräpariert wurde. Wie schon vorher erwähnt, entwickelt auch nach Wegnahme der Hauptmenge des Schleims, die scheinbar zunächst schleimfreie Samenschale bei jeder Wasserzufuhr noch eine dünne Schleimschicht.

Das Abpräparieren der Samenschale bei möglichster Schonung des Samens ist ziemlich schwierig. Es wurde deshalb nur mit fünf so präparierten Samen zunächst ein Vorversuch beabsichtigt. Das Ergebnis des durchgeführten war aber so klar, daß von einer Wiederholung mit einer größeren Anzahl solcher Samen abgesehen werden konnte.

Der Versuch wurde am 30. 9. 1916 vormittags eingeleitet. Die fünf tatsächlich schleimfreien *Viscum*-Samen wurden auf sterilisiertes Filterpapier, das mit destilliertem Wasser getränkt war, in das Bodenstück einer Petrischale ausgelegt. 10 Samen von *Brassica*, durch 2 Stunden in lauwarmem Wasser vorgequollen, kamen dazu. 2 wurden auf die Mistelsamen gebracht, 8 neben diesen, bei möglichster Annäherung, ausgelegt. Die mit dem Deckelstück geschlossene Petrischale wurde auf dem am Fenster stehenden Tische eines nach Norden gelegenen Institutsraumes aufgestellt. Die Zimmertemperatur schwankte zwischen 13° bis 17° C. Die Keimung der Samen begann am 3./10. Vier neben *Viscum* liegende standen an diesem Tage im Keimbeginn, doch keimten am 4./10. auch die auf den *Viscum*-Samen aufliegenden und schließlich alle 10 ausgelegten *Brassica*-Samen; der letzte am 9./10. Die Keimung war normal, die Hauptwurzel kam zuerst hervor und entwickelte sich ungehemmt. Auch die Kotyledonen entfalteten sich ungestört, ergrünten und zeigten keine Spur jener Schädigung, die wir vorausgehend besonders an den Keimlingen der Kulturen VII und VIII besprochen und durch Abbildungen erläutert haben.

Daß die **Hemmung** der Samenkeimung tatsächlich auf den Schleim zurückzuführen ist, erscheint demnach völlig sicher. Weniger sicher erschien aber die Frage gelöst,

ob die in den Versuchen VII und VIII erörterten Schädigungen der Keimlinge auch dem Schleim zuzuschreiben sind oder auf einer Giftwirkung beruhen, die vom Mistelsamen ausgeht. Im Versuche IX unterblieb jede Schädigung der Keimlinge. In dem Falle hat sich keine Giftwirkung der Mistelsamen gezeigt. Sie ist also wenigstens sicher nicht vorhanden, ehe der Mistelsame in Keimung begriffen ist. Wie aus der oben angeführten Stelle aus Laurent's Abhandlung ersichtlich ist, schreibt er jedoch die Sekretion des Giftes erst dem keimenden Embryo zu. In den Versuchen VII und VIII traten allerdings während derselben schon Keimungen der Mistelsamen auf; im Versuche VI aber war das nicht der Fall und doch traten auch in diesem schon die schädigenden Wirkungen an den Keimlingen hervor (vgl. p. 851, Fußnote 2). Dies spricht dafür, daß der Schleim sie veranlaßt. Immerhin schien es geboten, noch einen weiteren Versuch mit auskeimenden Mistelsamen folgen zu lassen. Wie im Versuche IX war auch in diesem neuen Versuche durch Ablösung der Samenhaut für vollständige Ausschaltung des Beerenschleimes zu sorgen.

X. Versuch. Der vorstehend angedeutete Versuch wurde am 8. 11. 1916 eingeleitet. Die gekeimten *Viscum*-Samen stammten von einem andersartigen Versuche her, in dem am 25. 10. alle 20 ausgelegten Samen gekeimt hatten. 9 solche, alle zweiembryonig, wurden durch das Entfernen der Samenhaut [1] jeder Spur von Schleim befreit und auf das in mehreren Lagen das Bodenstück einer Petrischale deckende, wasserdurchtränkte Filterpapier ausgelegt. Neben sie (21) oder auf sie (7) kamen mit möglichster Annäherung die 28 *Brassica*-Samen, die vorausgehend 1 Stunde in 96prozentigem Alkohol, dann 2 Stunden in lauem Wasser gelegen, also vorgequollen waren. Die Temperatur im Versuchsraume, wo die Kultur an einem Nordfenster stand, schwankte während des Versuches untertags zwischen 15 bis 18°, nachts kamen Senkungen bis auf 10, auch 9° C. vor.

[1] An den gekeimten Samen gelingt das leicht.

Der Versuch verlief in folgender Weise: Das Keimen der *Brassica*-Samen setzte am 11./11. ein; unter den 5 keimenden Samen befanden sich 2 der *Viscum*-Samen aufliegenden (alle 7 solchen keimten schließlich). Am 13./11. waren 20 Samen gekeimt. Die Keimung verlief normal, Hemmung oder Schädigung der Wurzel war nirgends zu beobachten. Am 14./11. waren 25 Samen gekeimt, einer folgte noch verspätet am 23./11., 2 blieben ungekeimt[1] (Abschluß des Versuches am 7./12.). Aus den Aufzeichnungen über die Kultur seien noch folgende hervorgehoben: 18./11. Die Wurzeln aller *Brassica*-Keimlinge sind lang ausgewachsen; bei vieren ist der Spitzenteil gebräunt und das Wachstum dort sistiert und bei einer von den vieren der gebräunte Teil verschrumpft. Ob diese Wurzelspitzen in Berührung mit Mistelsamen kamen, ist unsicher. Es ist nicht ganz ausgeschlossen, daß hier eine Giftwirkung vorliegt, doch ist dann die Art der Schädigung gänzlich verschieden von der Keimungshemmung, die der Mistelschleim bewirkt. 21./11. Bei einem der Keimlinge sind etwas fleckige Stellen an den Kotyledonen vorhanden. Eine Giftwirkung liegt wohl auch hierin kaum vor; manche Wurzeln stehen in enger Berührung mit den Mistelsamen, ohne daß an den Kontaktstellen eine Spur von Schädigung wahrzunehmen ist.

Der Versuch spricht also wieder deutlich dafür, daß sowohl die Keimungshemmung als auch die Schädigung der Keimlinge auf den Mistelschleim zurückzuführen ist. Während

[1] In diesem Versuche wie in den folgenden wurden die Samen von *Brassica* einer Desinfektion durch ein Alkoholbad unterzogen. Wie ein Vorversuch gezeigt hat, dürfte dadurch das Keimprozent etwas herabgesetzt worden sein. In diesem am 22./9. 1916 angesetzten Versuche wurden in Schale 1 Samen, die 1 Stunde, in Schale 2 Samen, die 2 Stunden in Alkohol gelegen hatten, ausgelegt, während in die Schale 3 Samen, die nur in destilliertem H_2O 3 Stunden gelegen waren, kamen. Bis 29./9. keimten in Schale 1 26·7, in Schale 2 26·6, in Schale 3 15% der Samen nicht. Verspätete Keimungen wären ohne Zweifel noch nachgefolgt, immerhin scheint das Alkoholbad das Keimprozent etwas herabzusetzen. Deshalb werden im Versuche X und den folgenden die nicht zur Keimung gekommenen Samen nicht als durch die zu prüfenden Agentien, sondern durch das Alkoholbad geschädigt angesehen und nur ihre Zahl genannt.

ganz in Schleim versenkte Samen überhaupt nicht keimen können und nach längerem Liegen in demselben das Keimvermögen verlieren, tritt die Keimungshemmung und Schädigung um so weniger hervor, je mehr für Verdünnung oder Entfernung des Schleimes gesorgt wurde. Bei gänzlicher Beseitigung des Schleimes (Versuche IX und X) durch Ablösen der den Schleim tragenden Samenhaut ist von einer Hemmung der Keimung keine Spur mehr und eine Schädigung der Keimlinge entweder nicht (Versuch IX) oder nur in geringstem und fraglichem Maße vorhanden (Versuch X). Im Versuche IX, wo die Mistelsamen ungekeimt verwendet wurden, ist der Schleim völlig ausgeschlossen gewesen. Im Versuche X war vielleicht sein Ausschluß weniger vollständig. Derjenige zwar, der der Mistelsamenhaut aufliegt und von ihr, solange sie vorhanden ist, immer wieder bei Wasserzutritt entsteht, war durch das Entfernen der Samenhaut beseitigt worden. Doch ist daran zu erinnern, daß auch seitens der Haftscheibe des Mistelhypokotyls ein schleimartiger Stoff als Haftmittel entwickelt wird.[1] Da die Hypokotyle der verwendeten Samen noch kurz und die Haftscheiben wenig entwickelt waren, können nur Spuren solchen Schleimes vorhanden gewesen sein. Dieser Schleim der Haftscheiben scheint stofflich von dem der Schleimhülle des Samens mehr minder verschieden zu sein, was damit zusammenhängt, daß die stark kutinisierte Epidermis der Haftscheibe hier in den Verschleimungsprozeß einbezogen wird.[2] Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß dieser Schleim Giftwirkungen auf gewisse Pflanzengewebe zu üben vermag.[3]

---

[1] Diese Ausscheidung erwähnt schon Pitra (»Über die Anheftungsweise einiger phanerogamer Parasiten an ihre Nährpflanzen«. Botan. Ztg. 1869). Er sagt: »Nachdem das verdickte Wurzelende des Stengelchens an die Rinde des Baumzweiges gelangt ist, wird es hier durch eine klebrige Aussonderung seiner Oberfläche befestigt.«

[2] Auch das hat Pitra richtig beschrieben, »der Cuticularstoff der Verdickungsschichten, so wie der Cuticula wird wahrscheinlich aufgelöst«.

[3] Als Giftwirkungen erscheinen vor allem die weitgehenden Schädigungen, welche Mistelkeime an Birnbäumen verursachen; sie wurden zuerst von Laurent als solche bezeichnet und beschrieben. Von mir wurden Ergebnisse mehrjähriger Studien darüber veröffentlicht. Vgl. E. Heinricher.

Über die Besonderheit dieses Schleimes geben folgende Beobachtungen etwas Aufklärung. Am 9./12. wurde eine Vergleichskultur von *Viscum*-Samen angelegt, einerseits mit 20 ihren Schleimbelag voll besitzenden Samen, andrerseits mit 20, bei denen der Schleim — soweit dies bei Belassen der Samenhaut möglich — tunlichst entfernt worden war. Die Samen wurden reihenweise auf Schreibpapier ausgelegt und dieses einem Holzbrettchen angeheftet, das in senkrechter Lage auf der nach Süden gerichteten Hinterwand des Südhauses befestigt war. Das eigentliche Ziel des Versuches kann hier außer Betracht gelassen werden. Die Kulturen blieben bis 7./3. im Südhaus, von da ab lagerten sie im Nordhaus. Im Südhaus herrschte starke Sonnenbestrahlung und häufig eine übermäßige Erhöhung der Temperatur und der Lufttrockenheit, was schon zum Absterben einzelner Keimlinge geführt hatte. Im Südhaus war der Schleimbelag zu einer mehr oder minder festen Kruste eingetrocknet, hatte aber das unterlegte Papier durchsetzt, so daß jeder der ausgelegten Samen von einem fettig aussehenden, gelbbräunlichen Hofe umgeben war, den die in Fig. 1, Taf. II vorliegende, bei auffallendem Lichte am 26./5. 1916 gemachte Aufnahme zeigt. Im durchfallenden Lichte (vgl. Fig. 2, Taf. II) war die Erscheinung noch weit auffälliger und man konnte veranlaßt werden, auf die Ausscheidung einer fettigen Substanz zu schließen. Bei den entschleimten Samen fehlten erklärlicherweise diese Höfe um die Samen oder waren nur andeutungsweise vorhanden, hingegen wurden kleine Höfe um die dem Papier angehefteten Haftscheiben der Hypokotyle bemerkbar. Die im auffallenden Lichte gemachte Aufnahme brachte diese kaum zur Geltung; viel besser zeigt diese kleinen Höfe die im durchfallenden Lichte (nachträglich 1917) gemachte Aufnahme in Fig. 3, Taf. II. Sie weist die an der Haftscheibe stattfindende Ausscheidung nach und ein

›Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum. Immune, unecht immune und nicht immune Birnrassen; Immunwerden für das Mistelgift früher sehr empfindlicher Bäume nach dem Überstehen einer ersten Infektion‹. (Denkschriften der Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Klasse, 93. Bd. 1916, 34 S., 4 Taf.)

Vergleich der Fig. 2 und 3 zeigt, daß das Sekret der Haftscheiben die Transparenz des Papiers in besonders hohem Maße bewirkt. Die Ausscheidung erfolgt durch die äußerste Zellage der Haftscheibe. Ihre Zellen haben auch Drüsencharakter, großen Plasmareichtum und ansehnliche Zellkerne. Im jugendlichen Zustand (aus einem Längsschnitte durch eine Haftscheibe, die mit einem Substrat noch nicht in Berührung gekommen war) führt diese Zellen Fig. 11, Taf. II vor. In dieser Zeit vermehren sie sich noch reichlich durch radiale Teilung und haben noch zarte Außenwände ohne Kutikula. Die Sekretion der Zellen beginnt aber bereits, die Oberfläche der Haftscheibe erweist sich schon als etwas klebrig. Fig. 12, Taf. II zeigt einen Teil eines Längsschnittes durch eine Haftscheibe, die sich dem Stengel einer Balsamine angeheftet hatte. Man erkennt die sezernierende Schicht und die Massenhaftigkeit der aufsitzenden Ausscheidung, die eine kanariengelbe Färbung besaß. Die gleichen Zellen vermögen späterhin unter starker Streckung mehr oder minder schlauchartig auszuwachsen und erfahren auch eine oder die andere perikline Teilung.

Das Sekret, das die durchscheinenden Höfe um die Haftscheiben auf Papier erzeugt, ist von dem Schleim der Samen (aus dem die transparenten Höfe um diese hervorgingen) außer durch seine höhere Eignung, Transparenz zu bewirken, auch durch die kanariengelbe Färbung, die es im auffallenden Lichte zeigt, als stofflich verschieden gekennzeichnet. Diese Färbung steht offenbar mit der bekannten gelben Farbe der kutinisierten Schichten von *Viscum* im Zusammenhang.

Gegen die Annahme, daß die Transparenz unter den Schleimhöfen von einem Fettstoff herrühren, schien zunächst ihr Verhalten dem Wasser gegenüber zu sprechen. Als nämlich das in Fig. 1, Taf. II dargestellte Objekt in die Institutssammlung eingestellt werden sollte, blieb in der kleinen, zur Aufbewahrung bestimmten Kuvette am Grunde zufällig noch etwas Wasser zurück. Dieses aufgesogene Wasser zerstörte nun die Höfe der Samen, zu denen es gelangt war, das heißt, zum mindesten die Hauptmasse der

Substanz löste sich, verhielt sich wie Gummi, die transparenten Höfe verschwanden (vgl. die untere Reihe in Fig. 2, Taf. II). Allein eine sorgfältige Betrachtung des wieder trocken gewordenen Präparates im durchfallenden Lichte zeigt, daß zwar wohl die scharf umschriebenen, transparenten Höfe um die Samen verschwanden, nicht aber die die Transparenz erzeugenden Stoffpartikelchen, die nur zerteilt und verlagert wurden. Nun sind die oberen Konturen der Zone, welche die Höhe angibt, bis zu der Wasser aufgesaugt worden war, durch Transparenz ausgezeichnet (im Bilde Fig. 2, Taf. II höchstens andeutungsweise erkennbar), d. h. der Fettstoff wurde durch das Wasser in die Höhe getragen.

Wenn man erwägt, daß bei der Bildung des Klebstoffes durch die Haftscheiben die Kutikularsubstanzen mit in Verwendung gezogen werden und sich die Tatsache vor Augen hält, daß bei den kutinisierten Zellmembranen, gleich wie bei den verkorkten, Fettsäuren eine hervorragende Beteiligung am chemischen Aufbau haben,[1] erscheint die Anwesenheit von Fett im Sekret der Haftscheiben leicht verständlich.

Im eingetrockneten Zustande zeigt der *Viscum*-Schleim viel Ähnlichkeit mit Gummi, wobei allerdings der ursprüngliche Schleim der frischen Beeren durch den Einfluß der Außenwelt (Licht, Sauerstoff) vermutlich mehr oder minder starke chemische Veränderungen erfahren haben wird. Auf die Beziehungen der Pflanzenschleime zu Gummi und Pektinsubstanzen weist auch Czapek[2] hin, wenn auch solche mit Bestimmtheit nicht nachgewiesen sind. Merkwürdigerweise scheint eine genauere chemische Untersuchung des Mistelschleims bisher zu fehlen.

Dafür, daß das Sekret der Haftscheiben stofflich einigermaßen von dem die Beeren umhüllenden Schleim verschieden ist, scheint mir auch folgendes zu sprechen. Im Oktober 1916 ließ ich den Schleim von 20 Beeren abheben und jedes Schleimklümpchen gesondert auf Schreibpapier auslegen. Das

[1] Daß die Fettsäuren nach Wisselingh nicht in beiden Fällen die gleichen sind, ist ohne Bedeutung.

[2] »Biochemie der Pflanzen«, 2. Aufl. 1913, p. 708.

Papier erhielt wieder ein Holzbrettchen als Unterlage und wurde in gleicher Weise wie im Vorjahre die schleimumgebenen Mistelsamen an der Hinterwand des Südhauses aufgehängt.

Am 23./3. 1917 wurde es besichtigt und darauf im durchfallenden Lichte photographiert (Fig. 4, Taf. II). Es ergab sich, daß das Durchtränken und Transparentwerden des Papiers unter den gummiartig eingetrockneten Schleimklümpchen viel geringere Grade erreichte als bei dem vorjährigen Versuche, in dem die Schleimklumpen auch den Samen und schließlich ihre ausgekeimten Embryonen umschlossen hatten. Selbst unmittelbar unter den Schleimmassen war das Papier meist nur teilweise, ziemlich vollkommen nur unter dreien, durchtränkt, ein durchscheinender Hof erschien nur da und dort in geringem Grade angedeutet. Die Fig. 4 bringt die Sache nicht sonderlich gut zur Darstellung, mindestens ist es notwendig, folgendes zur Erläuterung hinzuzufügen: Je heller der Schleimklumpen erscheint, um so höher war darunter die Durchtränkung des Papiers. Die geringe Andeutung einer Hofbildung tritt besonders am oberen Rande einiger Schleimklumpen als helle Zone hervor. Es scheint mir dies darauf hinzuweisen, daß der die Transparenz bewirkende Stoff eben erst von den Haftscheiben der Hypokotyle hauptsächlich geliefert wird, in geringer Menge allerdings auch im Samenschleim vorhanden ist.[1] Das stünde einigermaßen in Übereinstimmung mit der p. 863 zitierten Angabe Laurent's, der das auf die Birnbäume giftig wirkende Toxin hauptsächlich einer Sekretion des keimenden Embryos zuschreibt.

Der die Transparenz bewirkende Stoff ist allem nach doch wohl fettartiger Natur.

Man wäre vielleicht geneigt, auch auf eine harzartige Substanz zu schließen, was um so berechtigter ist, als tatsächlich Pflanzenschleime von solcher Beschaffenheit bekannt

[1] Diese könnte von der stark kutinisierten, epidermisartigen Zellage, die das Endosperm nach außen begrenzt, herstammen.

sind.[1] Ich habe, um über die ganze Frage mehr Klarheit zu gewinnen, noch einige Versuche durchgeführt. Zunächst wurde festgestellt, daß Tropfen dickflüssigen Gummiarabicums auf Papier aufgesetzt, es nicht durchdringen und keine Hofbildung und Transparenz ergeben. Tropft man hingegen in Xylol gelösten Kanadabalsam auf Schreibpapier und läßt ihn eintrocknen, so wird das Papier unter den Tropfen in recht ähnlicher Weise transparent, wie in den Schleimhöfen um die ausgekeimten Mistelsamen. Allein während diese Höfe nicht verschwanden, als ich die oberste Reihe von Samen des Präparates, von dem die Fig. 1 und 2 der Taf. II Teile enthalten, einige Tage in Alkohol von 96%, später in Äther liegen hatte, nach Abdunsten des Alkohols und Äthers in ganz gleicher Weise wie früher vorhanden waren, verschwanden die eingetrockneten Tropfen Kanadabalsams und die Transparenz des Papiers unter diesen im Äther schon nach kürzester Frist.[2]

Das scheint nun sowohl gegen die fett- als gegen die harzartige Natur jenes Stoffes im Mistelschleim zu sprechen. Doch erklärt sich die Sache vielleicht in der Weise, daß sich im Mistelschleim der betreffende Stoff in enger Mischung mit dem gummiartigen befindet und daß letzterer ihn im eingetrockneten Zustande vor der Lösung durch den Äther schützt, der ihm, wie Gummitropfen, nichts anzuhaben vermag.

Da aus den vorausgehenden Versuchen wohl mit Sicherheit hervorgeht, daß das Nichtkeimen anderer Samen im Mistelschleim darauf beruht, daß sie dem Schleime das zum Keimen nötige Wasser nicht zu entziehen vermögen (wenn

[1] Die Umbelliferenharze enthalten »Pflanzenschleim und Gummi«. (H. Euler, »Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie«, Braunschweig 1908, I. T., p. 138.)

[2] In 96% Alkohol allerdings nach tagelangem Stehen nicht. Der Kreis, den die Tropfen gebildet hatten, blieb als weiß verfärbte Masse erhalten. Eine Art Verflüssigung trat allerdings auf, indem in Form von weißlichen Fäden vom oberen zum unteren Tropfen eine Brücke entstanden war und vom unteren Tropfen etwas derartiger Substanz am Grunde des Stoffhälters sich ablagerte.

sie vorgequollen waren, eventuell umgekehrt der Mistelschleim aus dem Samen Wasser bezicht), daß ferner bei Verdünnung und starker Verminderung der Schleimmenge Keimung zwar eintritt, an den Keimlingen aber doch noch Schädigungen verschiedenen Grades wahrnehmbar werden, die auf Wasserentzug aus den Organen des Keimlings durch den Schleim zurückzuführen sind, schien es vom Interesse, zu verfolgen, ob solche Schädigungen auch durch kolloidale Substanzen anderer Art hervorgerufen werden können. Zu solchen Versuchen ermunterten die in den Versuchen III und IV mit der Gelatinelösung beobachteten Keimungshemmungen und ebenso jene, die Tomann bei Verwendung verschiedener Pflanzenschleime beobachtet hatte (vgl. Zitat p. 845). Außer mit einem Pflanzenschleime wurden diesbezügliche Versuche mit Lösungen von Gummiarabicum durchgeführt.

XI und XII. Versuche über die Wirkung des Beerenschleimes von Anthurium scandens Engl.

XI. Versuch. In unserem Warmhause fruchtete die genannte Aroidee, eine offenbar epiphytisch oder doch hemiepiphytisch lebende Pflanze Brasiliens, reichlich. Die Beeren haben etwa die Größe von Mistelbeeren, doch nicht ihre hellweiße Färbung, sondern eine mattweiße, wachsartige. Offenbar ist ihr Schleim weit weniger von lufthaltigen Räumen durchsetzt als jener der Mistelbeeren. Auf Druck springt die Beerenhaut und tritt der Schleim als ziemlich feste Masse hervor, ähnlich wie bei den Mistelbeeren, doch ist er fast gar nicht fadenziehend, haftet jedoch einigermaßen an den Fingern. Im Schleim eingebettet, liegen 1—4 Samen; sie sind kleinen *Melampyrum*-Samen ähnlich, jedoch weisen sie an Stelle des bei diesen vorhandenen geschwärzten Poles einen grünen auf. Der grüne Pol kommt durch das Durchschimmern des chlorophyllhältigen Embryos zustande.

Die Schleimmasse von 18 Beeren wurde auf 2 Lagen sterilisierten Filterpapiers, das mit destilliertem Wasser getränkt worden war, einzeln ausgelegt; auf jeden Schleim

klumpen kam ein (ausnahmsweise zwei) Same von *Brassica*. Die 20 verwendeten *Brassica*-Samen waren 2 Stunden in 96 prozentigem Alkohol gelegen und dann durch 18 Stunden einer Vorquellung in Wasser, das anfangs eine Temperatur von 30° C. hatte, unterworfen worden. Die Aufstellung der Kultur erfolgte am Fenster eines nach Norden gelegenen Zimmers, dessen Temperatur untertags zwischen 13 bis 14° C. schwankte, am 6./10. 1916.

Verlauf des Versuches: Am 10./10. standen 16 *Brassica*-Samen im Keimbeginn, der insoweit normal verlief, als das Würzelchen zuerst hervortrat. Der *Anthurium*-Schleim machte den Eindruck, als sei er etwas flüssiger geworden. Bei einigen der Schleimklumpen trat eine Verunreinigung auf, die bei zweien schon stärker war und eine schwärzlichgrüne Färbung hatte. Wie spätere Prüfung ergab, war es das ziemlich derbe Mycel eines Pilzes, dessen Keime offenbar der Haut der *Anthurium*-Beeren angehaftet hatten.

11./10. Es ist keine weitere Keimung hinzugekommen, auch die am Vortage vorhandenen Keimlinge haben ihre Weiterentwicklung eingestellt.

13./10. Noch kein Fortschritt in der Entwicklung. Die Keimlinge verharren auf der am 10./10. erreichten Stufe, die Würzelchen haben höchstens 1 *mm* Länge, der in der Samenschale verbliebene übrige Embryo zeigt keine Neigung zur Entfaltung, im Gegenteile scheint er zu verfallen.

14./10. Die erwähnte Verunreinigung hat sich auf die meisten Schleimklumpen ausgebreitet. Da eine weitere Keimung oder Wachstum der Keimlinge nicht zu erwarten war,[1] wurde die Kultur aufgelassen.

Es erscheint somit kaum fraglich, daß auch der *Anthurium scandens*-Schleim die Keimung anderer Samen hemmt, so wie es Tomann für andere Pflanzenschleime nachgewiesen hat. Beweisender in dieser Beziehung erscheint wohl der folgende Versuch, in dem nochmals der gleiche Schleim Verwendung fand.

---

[1] Ohne Abänderung der Bedingungen! Daß sie bei Wechsel derselben nicht ausgeschlossen sind, erweist der folgende Versuch.

XII. Versuch. Der am 20./10., 4 Uhr nachmittags eingeleitete Versuch war vorerst in der Ausführung dem vorangegangenen ähnlich. Verwendet wurde der Schleim von 13 *Anthurium*-Beeren, dem 16 *Brassica*-Samen aufgelegt wurden. Die Vorquellung letzterer erfolgte durch 5 Stunden im warmen Wasser (Napf auf den Heizröhren stehend), die Temperaturen im Versuchsraume waren untertags etwas höher, da der Raum geheizt wurde (13 bis 19·5° C.).

Die Keimung der *Brassica*-Samen setzte am 24./10. bei 8 Samen ein, die zum Teil die Radicula etwas vorgeschoben hatten, zum Teil nur Sprengung der Testa aufwiesen.

25./10. Keimbeginn bei 10 Samen. Die Schleimklumpen erscheinen mehr oder minder zusammengesunken. Einige Keimlinge haben die Radicula etwas mehr entwickelt als im vorangegangenen Versuche, doch kommt das nur durch die stärkere Verlängerung des Hypokotyls zustande, die Hauptwurzel bleibt gehemmt. Gesamte Länge der Radicula höchstens 2 *mm*. Die gleiche Verunreinigung wie im Versuche XI tritt auf.

26./10. Gekeimt haben 14 Samen, doch sind 9 Keimlinge im ersten Beginne stecken geblieben, während 3 ihre Hauptwurzel teilweise entwickelten und am basalen Teile Wurzelhaare entsandten. Die mit dem Schleim in Berührung befindliche Spitze hingegen erscheint gehemmt. Bei 2 anderen Samen ist das Hypokotyl stark vorgeschoben, die Wurzelanlage aber ganz gehemmt.

An diesem Tage werden die *Brassica*-Samen und -Keimlinge im Wasser gereinigt und auf mit Wasser getränktes Filterpapier übertragen.

27./10. 3 Keimlinge sind ganz aus der Samenschale hervorgetreten, jedoch scheint nur einer eine völlig intakte Wurzelspitze zu haben; bei den meisten ist die Wurzelspitze gebräunt (öfters nur einseitig) und dann in der Weiterentwicklung gehemmt.

28./10. 2 Samen noch immer ungekeimt, 4 scheinen im ersten Beginne der Keimung eingegangen zu sein. Bei einigen Keimlingen wächst das Hypokotyl, aber die Wurzel ist ganz oder doch im Spitzenteil abgestorben. Ein solcher Keimling

wurde dreifach vergrößert gezeichnet (vgl. Fig. 5, Taf. II). Auch die Kotyledonen sind, wenn sie sich überhaupt noch zu entfalten vermögen, überall geschädigt; so auch bei dem einen Keimling, dessen Hauptwurzel sich normal zu entfalten vermochte.

30./10. 2 der am 28./10. im ersten Beginn der Keimung als eingegangen bezeichneten Keimlinge haben sich kümmerlich weiter entwickelt. Die Entwicklung beschränkt sich allerdings auf das Wachsen des Hypokotyls, die unentwickelte Hauptwurzel ist abgestorben. Die Hauptwurzeln von 5 Keimlingen wuchsen schließlich mehr oder minder normal aus. Auch Schädigung der Kotyledonen ist vorhanden, und zwar selbst bei den Keimlingen, die sich mehr oder minder zu entfalten vermochten. Die Schädigung spricht sich aus in teilweisem Ausbleiben des Ergrünens und auch in abgestorbenen, gebräunten Stellen, besonders an den Rändern der Keimblätter.

Einen derartigen Keimling führt die Fig. 6 (1½fach vergrößert) vor. Seine Wurzel war abgestorben und die Ränder der Keimblätter wiesen gebräunte, abgestorbene Gewebeteile auf.

Am 1./11. wurde der Versuch aufgelassen.

Man sieht, der Verlauf des Versuches XII entspricht im ersten Teil wesentlich dem des XI. Von größerem Interesse ist das Ergebnis, das er im zweiten Teile zeitigte; es ergab sich, daß die Entfernung des Schleimes die Entwicklungshemmung weitgehend aufhebt. Die Weiterentwicklung der vom Schleime gereinigten Keimlinge zeigte, daß die Keimlinge in wechselndem Maße sich geschädigt erwiesen und die Art der Schädigung unschwer als ähnlich jener zu erkennen ist, die wir bei den in der Durchführung gleichen Versuchen VI und VII als durch den Mistelschleim bewirkt kennen gelernt haben: Hemmende Wirkung besonders auf die angelegte Hauptwurzel, öfters Absterben derselben oder doch ihres Vegetationspunktes, Störungen in den Geweben der Kotyledonen (Mangel der Chlorophyllbildung offenbar infolge Zugrundegehens der Plastiden), auch streckenweises Absterben von Gewebepartien.

XIII und XIV. Die Versuche mit Lösungen von Gummiarabicum.

XIII. Versuch. In 110 cm^3 destillierten Wassers wurden 66·36 g Gummi gelöst und die dicke Lösung in strömendem Dampfe sterilisiert. Diese Lösung wird als Stammlösung bezeichnet und wurde teils als solche, teils in weiterhin angegebener Verdünnung zu den Kulturversuchen verwendet. Jede Kultur wurde mit 20 *Brassica*-Samen beschickt, die vorerst 2 Stunden in 96 prozentigem Alkohol gelegen hatten, dann durch 17½ Stunden in Wasser vorgequollen wurden, das anfangs eine Temperatur von 30° hatte.

Die Kulturen wurden in Petrischalen durchgeführt, in deren Bodenstück die Gummilösung in so niederer Schicht eingegossen wurde, daß die in sie ausgelegten *Brassica*-Samen teilweise aus ihr hervorragten. Im Deckelstück der Schalen wurden 3 Lagen mit destilliertem Wasser durchfeuchtetes Filtrierpapier angebracht. Die Kulturen, die am 6. 10. 1916 angesetzt wurden, standen an einem Nordfenster. Bis 16. 10. war die Zimmertemperatur meist 13 bis 13·5° C., nur einmal 12° als Minimum, einmal 14·5° als Maximum. Am 17./10. wurden die Kulturen aufgelassen, nur eine (I) wurde in abgeänderter Form bis 10./11. weitergeführt. In dieser späteren Zeit war untertags die Temperatur höher, stieg bis auf 20°C., da seit 16./10. das Institut geheizt wurde.

Die vier Kulturen unterschieden sich in der Konzentration der Gummilösung. I erhielt die Stammlösung, II Stammlösung und destilliertes H_2O im Verhältnis 1 : 1, III Stammlösung: destilliertes H_2O = 1 : 2, IV Stammlösung: destilliertes H_2O = 1 : 4.

Der Verlauf der Versuche sei nun zunächst bis 17./10. beschrieben, während die abgeänderte Weiterführung der Kultur I nachträglich zur Besprechung gelangt.

I. 10./10. 1 Same keimend (normal, Wurzel voran); 11./10. 3 Samen; 13./10. 7 Samen keimend, 5 davon mit ausgetretener Wurzel, 2 im ersten Beginn (nur Sprengung der Samenhaut); 16./10. 8 Samen keimend, die Radicula (Hypokotyl + Wurzel) überall hervorgetreten, doch die Wurzel

überall gehemmt, nur bei einem Keimling etwa 2·5 *mm* lang; am 17./10. kein Fortschritt.

II. 10./10. 8 Samen keimend; 13./X. 4 Keimlinge ganz aus der Samenschale getreten, 4 teilweise, 2 im ersten Keimungsbeginn. Die Wurzel der ersteren wächst etwas, doch ist eine vorhandene Hemmung unverkennbar; 14./10. 12 Keimlinge; 16./10. 16; 6 davon unvollkommen, 1 Keimling mit recht gut, 9 mit mehr oder minder entwickelter Wurzel, immerhin bis über 1 *cm* lang; 17./10. 17 Keimlinge, 7 davon unvollkommen gekeimt, 2 ohne ausgetretene Radicula, bei den übrigen war sie nur 1 *mm* lang, 10 haben die Samenhaut ganz abgestreift, die Kotyledonen sind zum Teil im Ergrünen. Die Entwicklung der Wurzel ist sehr verschieden, von kaum 2 *mm* Länge bis 1 *cm* und darüber, bei einem 2 *cm*, bei einem anderen 3 *cm* lang.

III. 10./10. 13 Samen keimend; 13./10. 19, 5 noch im ersten Beginn (Sprengung der Samenhaut), 5 Keimlinge hingegen ganz hervorgetreten. Etwas Hemmung im Wurzelwachstum tritt auch hier hervor; 14./10. Ein Paar Wurzeln wachsen aus, sie sind aber in dem feuchten Raum über die Gummilösung geraten; 16./10. Bei den stärksten Keimlingen setzt das Ergrünen der Kotyledonen ein; 17./10. 4 von den 19 Keimlingen zurückstehend, 2 ohne hervorgetretene Radicula, 2 mit stark gehemmter, nur 1 *mm* langer. Bei den übrigen 15 Keimlingen die Wurzel meist etwa 1 *cm* lang, bei 3 Keimlingen zwischen 2 bis 3 *cm*.

IV. 10./10. 7, 11./10. 10, 13./10. 16 Samen keimend; davon befinden sich am 13./10. 7 Samen noch im Beginn des Keimens, während 2 Keimlinge schon ganz aus der Samenhaut hervorgetreten sind. Die Wurzel ist bei einem stärker ausgewachsen, er hat sie in den feuchten Raum über die Gummischicht hervorgehoben; 17./10. 2 Samen ungekeimt, 18 gekeimt, davon 2 im Beginn des Keimens, mit noch nicht hervorgebrochener Radicula. In der Samenschale stecken noch 2 Keimlinge; einer hat nur das Würzelchen vorgeschoben (1 *mm* lang), ein zweiter mit den Keimblättern noch teilweise in der Testa, Hypokotyl und Wurzel (1 *cm* lang). Der Rest der Keimlinge hat eine 1 bis 3 *cm* lange Wurzel, einer sogar eine von 6 bis 7 *cm* Länge.

Ehe an eine zusammenfassende Betrachtung des Ergebnisses geschritten wird, sei noch über das Verhalten der Kultur I berichtet, die vom 17./10. unter veränderten Bedingungen bis 10./11. weitergeführt wurde.

Am 17./10. wurden die vorhandenen 8 Keimlinge und die ungekeimten Samen in Wasser gereinigt und in einer größeren und höheren Petrischale auf durchfeuchtetes, sterilisiertes Filterpapier übertragen. Es wurde also so verfahren wie in vielen der vorangegangenen Kulturen, wo die Entfernung des Mistelschleimes, oder in Kultur XII des Schleimes von *Anthurium scandens* vorgenommen worden war; es sollte ermittelt werden, ob und welche dauernde Schädigung an den Keimlingen oder Samen, die durch 10 Tage in der konzentrierten Gummilösung gelegen waren, hervortreten würde.

Schon am 18./10. waren 14 Samen keimend, zu den 8 in der Gummilösung in den Keimbeginn eingetretenen waren also 6 zugewachsen. Am 20./10. waren alle bis auf einen Samen gekeimt (dieser folgte noch am 21./10.); bei einem war die Radicula eben erst ausgetreten. Ein anderer hatte nicht normal gekeimt, die Radicula war in der Samenhaut stecken geblieben, hingegen ein Kotyledo hervorgetreten. 16 der Keimlinge entwickelten ungehemmt die Hauptwurzel, die reichlich Wurzelhaare bildete. Am 23./10. waren die Kotyledonen zumeist ergrünt, Schädigungen an ihnen waren nicht hervorgetreten, die Wurzeln gut entwickelt. Am 27./10. konnten aber Schäden an den Kotyledonen von 3 Keimlingen, und zwar in abgestufter Weise, als vorhanden erkannt werden: 1. weiß bleibende Stellen an den Keimblättern, 2. an den weißen Stellen auch bräunliche Flecke, 3. die Keimblätter auch im Wachstum zurückgeblieben, kaum irgendwo grün und im weißen Grunde graue und braune Flecke nahezu in Überzahl. Bei Abschluß des Versuches konnte starke Schädigung der Kotyledonen an 4 Pflanzen, Schädigung überhaupt an 11 Pflanzen festgestellt werden.

Überblicken wir den Versuch XIII, so kann gesagt werden, daß die hemmende Wirkung der Gummilösung auf die Keimung der *Brassica*-Samen und die Entwicklung der

Keimlinge deutlich hervortrat. Am meisten erklärlicherweise bei Verwendung der Stammlösung, der stärksten Konzentration. Am 17. 1. in ihr erst 8 Keimungen, die Keimlinge in der Entwicklung und besonders im Auswachsen der Hauptwurzel gehemmt, während in den Verdünnungsstufen II, III und IV am gleichen Tage doch schon 17, 19 und 18 Samen gekeimt hatten und die Hemmung des Wurzelwachstums zwar noch bemerkbar blieb, aber doch im allgemeinen geringere Grade erreichte. Allerdings tritt in allen vier Kulturen auch ein nicht unbeträchtliches, individuell verschiedenes Verhalten der Keimlinge hervor. So verliefen die Keimungen in IV nicht am raschesten, wie es dem Konzentrationsgrad der Lösung entsprochen hätte, während sie in I, II und III mit demselben in guter Übereinstimmung blieben. In jeder Kultur sind ferner einzelne Keimlinge mit stärkerer Hemmung und im Gegensatze dazu mit relativ sehr geringer zu erkennen. Das wird schließlich auch nicht überraschen, denn das osmotische Vermögen der einzelnen Embryonen und späteren Keimlinge wird ohne Zweifel bedeutenden Schwankungen unterliegen. Auf osmotische Vorgänge sind aber sicherlich die Hemmungen und Schädigungen zurückzuführen, die durch Schleime, Gummi und dergleichen Kolloide bewirkt werden.

Die höheren Pflanzen sind in ihrem osmotischen Vermögen hinter Pilzen und Bakterien bekanntlich ja weit zurückstehend, insbesondere ist ihrem bezüglichen Anpassungsvermögen eine enge Grenze gesteckt,[1] während umgekehrt Pilze und Bakterien sich einer sehr weit reichenden Regulationsfähigkeit erfreuen. Was für die vegetativen Phasen gilt, wird in entsprechender Weise auch für die Vermehrungsorgane zutreffen. Für die Sporen von Schimmelpilzen und Bakterien sind der Mistelschleim wie überhaupt derartige Kolloide nicht nur ein zur Entwicklung geeigneter, ja sogar ein sehr günstiger Boden. Für die Samen der höheren

[1] Vgl. die vorzügliche Abhandlung Stange's: »Beziehungen zwischen Substratkonzentration, Turgor und Wachstum bei einigen phanerogamen Pflanzen« (Bot. Ztg., 50. Jahrg., 1892).

Pflanzen aber offenbar nicht, ausgenommen den seltenen Fall, daß eine besondere Anpassung vorliegt.

Wir wissen ja, ganz abgesehen von der Algenvegetation des Meeres und noch mehr der Salzseen, daß auch bei höheren Pflanzen, infolge besonderer Lebensverhältnisse und angepaßt an diese, höhere osmotische Leistungsfähigkeit vorkommt, wenn sie auch da noch meist hinter der von Schimmelpilzen weit zurückbleibt. So sind im allgemeinen die Halophyten und die parasitischen Pflanzen durch hohen osmotischen Druck ausgezeichnet, wie durch mehrere Untersuchungen bereits nachgewiesen wurde.[1]

Von Interesse ist es, daß Senn gerade für *Viscum album* einen besonders hohen osmotischen Druck, nämlich von mehr als 21 Atmosphären, festgestellt hat. Die Bestimmung des Druckes im Keimling würde wahrscheinlich einen noch höheren Wert ergeben. So erscheint es auch erklärlich, daß die Mistelsamen, allseitig vom Schleime umgeben, zu keimen vermögen.

Was die Fortführung des Versuches I vom 17./1. an betrifft, so ist bemerkenswert, daß die gereinigten, von der Gummilösung befreiten Samen auf dem Filterpapier alle zur Keimung schritten und ihre Wurzeln gut entwickeln konnten. Die Wurzeln hatten also durch den zehntägigen Aufenthalt der Samen in der Gummilösung wohl eine Hemmung, aber keine Schädigung erfahren. Die Gummilösung war in ihrer Wirkung auf die Wurzeln schwächer als der Mistelschleim (vgl. die Versuche I, II, VI und VII) und auch als der von *Anthurium scandens*. Das ist auch leicht verständlich, da die Konsistenz dieser Schleime jene der Gummilösung weit übertraf. Von Interesse aber ist die Feststellung, daß in diesem Falle die Kotyledonen sich empfindlicher erwiesen als die Wurzeln und zum Teile deutlich Schädigungen erkennen ließen, und zwar Schädigungen ganz ähnlicher Art, wenn auch in geringeren Graden, wie sie in vorausgehenden Ver-

[1] D. T. Mac Dougal, »An attempted analysis of parasitism« (Botanical Gazette, Vol. LII, 1911), und G. Senn, »Der osmotische Druck einiger Epiphyten und Parasiten« (Verhandl. der Naturforsch. Ges. in Basel, Bd. 24. 1913).

suchen als durch den Mistelschleim bewirkt beschrieben wurden.

XIV. Versuch. Mit Gummilösung wurde noch eine zweite Kulturreihe in wesentlich gleicher Weise, nur mit beträchtlich gesteigerter Ausgangskonzentration, ausgeführt. Während im Versuche XIII eine 60prozentige Lösung als Stammlösung verwendet worden war, war diese im Versuche XIV 122 %. Die *Brassica*-Samen, wieder je 20 pro Kultur, waren 1 Stunde in Alkohol gelegen und wurden dann durch $12^1/_2$ Stunden vorgequollen. Ausgesetzt wurden die Kulturen am 18./10. 1916, und zwar: I und I_1 unter Verwendung der Stammlösung, II 3 Teile Stammlösung und 1 Teil Wasser, III Stammlösung zu Wasser = 1 : 1.

Alle vier Kulturen des Versuches XIV wurden nach Verlauf eines gewissen Zeitraumes in jener abgeänderten Form weitergeführt, wie sie im Versuche XIII nur bei der Kultur I angewendet worden war. Der Verlauf der Kulturen war folgender:

I. Erst am 27./10. keimte ein Same, dessen Radicula schief nach oben ausgetreten war; diese Seite des Samens ragte aus der Gummilösung in den feuchten Raum ober ihr vor (im Deckel der Petrischalen befanden sich drei Lagen wasserdurchtränkten Filterpapiers). 28./10. Die Wurzel des erwähnten Keimlings hat sich geotropisch gekrümmt und taucht mit der Spitze in die Gummilösung, ihr darüber befindlicher Teil sendet Wurzelhaare aus. 31./10. Die in die Gummilösung versenkte Wurzel offenbar abgestorben. Bei 3 Samen Anfangsstadien der Keimung vorhanden, bei 2 nur Sprengung der Samenhaut, beim 3. die Radicula $^1/_2$ *mm* weit vorgeschoben. Schon am 26./10. wurden einzelne Pilzmycelien in der Kultur wahrgenommen, nun war sie schon stark verpilzt (Penicillium). Die angekeimten und nichtgekeimten Samen wurden gewaschen und auf wasserdurchtränktes Filtrierpapier übertragen. 1./11. 14 Samen haben gekeimt. Der am 27./10. gekeimte zeigt starkes Wachstum des Hypokotyls, die Wurzel ist abgestorben. Bei dem Keimling, der in der Gummilösung am Vortage die Radicula vorgeschoben

hatte, scheint dieselbe nicht mehr entwicklungsfähig zu sein, auch sein Hypokotyl ist nicht gewachsen. 31./10. 19 Samen haben gekeimt; außer bei den erwähnten ersten Keimlingen, bei denen die Wurzel gänzlich einging, zeigen noch drei Schädigung der Wurzelspitze, während sie bei den übrigen 14 normal auswächst. 6./11. Schädigung der Kotyledonen sind bei 12 Keimlingen wahrnehmbar, ja (9./11.) bei 15 nachweisbar, bedeutender sind sie (13./11.) bei 7. An diesem Tage wurde die Kultur aufgelassen.

I_1. Bis 27./10. keine Keimung. Am 26./10. waren in der Kultur Bakterienkolonien an drei Stellen, an einer Mycel von Aspergillus, an einer anderen von Penicillium, bemerkt worden. Da eine Keimung in der Gummilösung kaum mehr zu erwarten stand, wurden die Samen in Wasser gereinigt und auf Filtrierpapier wieder ausgelegt. 28./10. Keimbeginn schon bei 14 Samen, teils nur Sprengung der Samenhaut, teils Radicula ausgetreten. 30./10. 19 Samen gekeimt, Schädigung der Wurzel bei 2 Keimlingen. 1./11. Die Wurzelspitze dreier Pflänzchen geschädigt, doch wächst der dahinter gelegene Wurzelabschnitt aus. Schädigung der Keimblätter lassen schon 5 Keimlinge erkennen, am 3./11. mindestens 11. Am 13./11. wurde die Kultur aufgelassen; dauernd und stärker geschädigt waren die Kotyledonen von 7 Keimlingen. Am 7./11. ließ ich von den Kotyledonen eines Keimlings eine Zeichnung anfertigen, die in Fig. 7, Taf. II vorliegt. Das eine Keimblatt ist nicht normal ausgewachsen, in jeder Hälfte ist ein braunschwarzer Fleck aus abgestorbenem Gewebe sichtbar, umrandet von einer weißlich grünen Zone. Die Ähnlichkeit der Schädigung mit der durch den *Viscum*-Schleim tritt hervor. (Man vgl. insbesondere mit Fig. 1a, 1b, Taf. I). Am 13./10. waren die abgestorbenen Stellen dieses Kotyledo von einem saprophytischen Pilz besiedelt.

II. Vom 23./10. ab traten in der Gummilösung Keimungen auf, so daß bis 27./10. 16 solche gebucht werden konnten. Die Keimlinge blieben jedoch, obgleich sie zumeist die Radicula normal hervorgeschoben hatten, sichtlich gehemmt, nur bei dreien war das Würzelchen $1^1/_2$ bis 2 *mm* lang geworden. Alle steckten noch in der Samenschale. Auch hier

wurden nun die Samen und Keimlinge gereinigt und auf frisches Filtrierpapier übertragen. Es keimten darauf bis 30./10. noch 3 Samen. Bei 8 der Keimlinge war Schädigung der äußersten Wurzelspitze vorhanden. Am 31./10. waren auch Schäden an den Kotyledonen von mindestens 10 der Keimlinge nachweisbar, doch glichen sich die Hemmungen späterhin (6./11.) teilweise aus, waren aber, weil stärker, noch am Tage des Auflassens der Kultur (13.11.) bei 8 vorhanden. In Fig. 8, Taf. II ist einer der Keimlinge wiedergegeben (zweifach vergrößert, gezeichnet 3. 11. 1916), der eine abgestorbene Wurzel und einen verkümmerten Kotyledo hatte. Dieses Keimblatt war noch nicht ergrünt und hatte gebräunte, von geschädigten Gewebeteilen herrührende Ränder. Nachträglich stellte sich Ergrünen aber doch ein.

III. Bis 21./10. keine Keimung. Einsetzen derselben wahrscheinlich 22./10. (Kultur an dem Tage nicht beobachtet.) 23./10. 12 Samen gekeimt, 24./10. 15. An diesem Tage waren die Verhältnisse folgende: Bei einem war nur die Samenhaut gesprengt, alle übrigen hatten die Radicula vorgeschoben und die Mehrzahl zeigte das kräftige Hypokotyl positiv geotropisch gekrümmt, während die Wurzel gehemmt erschien. 26./10. 18 Keimlinge, bei 2 nur Sprengung der Testa. Bei 4 Keimlingen vermochte die Wurzel doch bis zu $^1/_2$ *cm* Länge zu erreichen; an ihren hinteren Teilen entstanden Wurzelhaare. 3 Keimlinge waren ganz aus der Samenhaut hervorgetreten, 2 entfalteten teilweise die Keimblätter. Am 27./10. wurden die 2 noch ungekeimten Samen und die 18 Keimlinge im Wasser gereinigt und auf getränktes Filtrierpapier übertragen. 28./10. Die beiden letzten Samen keimen, einer davon hat die Radicula vorgeschoben, aber die Spitze der Wurzel ist bräunlich verfärbt und sichtlich geschwächt. Das gleiche ist auch an den Wurzeln von 5 weiteren Keimlingen der Fall, deren ältere Wurzelpartien normal und weiß erscheinen. Schädigung der Keimblätter läßt sich schon für 8 Keimlinge annehmen. 31./10. Auch der letzte Keimling hat die Radicula vorgetrieben, doch ist die ganze Wurzelanlage gebräunt und offenbar abgestorben. 3./11. Schädigung der Kotyledonen ist bei mindestens 8 Keimlingen

vorhanden; bei 4 war sie am 31./11., da die Kultur aufgelassen wurde, als stark zu bezeichnen.

Der Versuch XIV bestätigte und erweiterte die Ergebnisse des XIII. Entsprechend der verstärkten Konzentration der Gummilösung war das Keimen in der Stammlösung ganz gehemmt (I_1) oder erreichten doch nur 4 Samen ein Anfangsstadium der Keimung (I). Daß auch dies nur Dank der Vorquellung der Samen erfolgen konnte, ist zweifellos. In den abgeschwächten Konzentrationen stieg die Zahl der Keimungen beträchtlich an, sie erfolgten auch früher; in der Kultur II blieben jedoch die ausgetretenen Wurzeln fast alle vollends gehemmt, während in der Kultur III doch einige etwas Wachstum aufwiesen. Das individuell verschiedene osmotische Vermögen der Keimlinge fand auch hier seinen Ausdruck. Auch zeigte sich deutlich, daß die osmotische Leistung des Hypokotyls jene der Wurzel offenbar übertrifft. Die Schädigung der Wurzel erwies sich im allgemeinen aber als stärker in den Kulturen II und III, also in den minderen Konzentrationen, als in den Stammlösungen (I und I_1). Das erscheint auf den ersten Blick widersinnig, findet aber doch leicht Aufklärung. Offenbar ist das darauf zurückzuführen, daß diejenigen Samen, die in den Stammlösungen gar nicht keimten (bei I_1 alle), dadurch vor einem unmittelbaren Kontakt der Wurzel mit der Gummilösung bewahrt blieben, was sie der schützenden Samenhaut zu danken hatten. Sehr bezeichnenderweise war die Zahl der geschädigten Wurzeln gerade in I_1 am geringsten. In I hingegen gingen die Wurzeln aller in der starken Konzentration in das Anfangsstadium der Keimung eingetretenen Keimlinge ein.

Im ganzen überwogen auch in Kultur XIV die Schäden an den Keimblättern jene an den Wurzeln. Sie fanden sich ungefähr proportional zur verwendeten Konzentration vor. Diese Schäden rühren wohl daher, daß in den Keimblättern erst mit der Reaktivierung der Reservestoffe ganz allmählich die osmotische Leistung der Zellen steigt. Wie die Zellen in den getöteten Teilen der Keimblätter, die durch den viel stärker wirksamen Mistelschleim geschädigt waren, fast

unentleert vorgefunden werden, ist an früherer Stelle angeführt.

Die Versuche mit den Gummilösungen ergaben also ähnliche Wirkungen auf die Samen und Keimlinge wie der Mistelschleim, so daß die Erklärung der Wirkungen, als in einer Störung der osmotischen Verhältnisse durch die Kolloidnatur der Schleime gelegen, wohl als begründet angesehen werden darf. Wenn die Wirkungen der Gummilösung nicht den vollen Grad jener des Mistelschleims erreichten so ist darauf hinzuweisen, daß die Gummilösung eben auch nicht jenen Grad der Konsistenz erreichte, den der *Viscum*-Schleim besitzt. Ebenso bieten die verschiedenen Pflanzenschleime solche Unterschiede und wird ihnen parallelgehend auch ihr Einfluß auf das Keimen der Samen und die Keimlinge ein wechselnder sein.

Zusammenfassung.

v. Wiesner hat im Schleim der Mistelsamen das Vorhandensein eines oder mehrerer Stoffe (Hemmungsstoffe) angenommen, durch welche er einerseits die »Ruheperiode« der Mistelsamen, andrerseits aber auch die Tatsache zu erklären suchte, daß die Samen anderer Pflanzen, welche sonst rasch keimen, auf dem Mistelschleim nicht oder nur sehr verspätet und schlecht zur Keimung gelangen. Dieser Ansicht Wiesner's trat Verfasser schon früher entgegen. Daß die »Ruheperiode« der Mistelsamen selbst durch einen Hemmungsstoff im Schleime der Samen bedingt sein könne wurde durch den Nachweis widerlegt, daß den Mistelsamen überhaupt keine durch innere Gründe bedingte Ruheperiode eigen ist, sie vielmehr bei richtiger Wahl der Außenbedingungen jederzeit sofort zur Keimung gebracht werden können. Die hemmende Wirkung des Mistelschleims auf die Keimung anderer Samen wurde vom Verfasser aber zuerst auf einen im Schleim enthaltenen Giftstoff (toxische Wirkung) zurückgeführt, späterhin diese

Deutung jedoch zurückgenommen und durch die Annahme zu erklären versucht, daß die **physikalische Beschaffenheit** des Mistelschleimes und die durch sie bedingten Störungen der osmotischen Vorgänge das Nichtkeimen oder schlechte Keimen anderer Samen verursachen. Die vorliegende Studie bringt die zur Begründung dieser Deutung durchgeführten Versuche.

Die Vorversuche bestätigten einerseits die tatsächlichen Angaben v. Wiesner's, andrerseits deuteten sie schon auf die Richtigkeit der vorgetragenen Auffassung hin. Die Ergebnisse der folgenden erweiterten Untersuchung, die sich auf die Samen von *Brassica oleracea* beschränkten, sprachen ebenfalls in dem Sinne, daß die abträgliche Wirkung des Mistelschleimes nicht durch Hemmungsstoffe oder durch einen Giftstoff zustande komme, **sondern daß durch den Schleim und ebenso durch andere ähnliche Kolloide den Embryonen der Samen der Bezug des zur Keimung nötigen Wassers verwehrt oder, bei Vorquellung der Samen im Wasser, durch Wasserentziehung eine Schädigung der Keimlinge herbeigeführt wird.** So wird es auch erklärlich, daß die Keimungshemmung durch Verdünnung des Mistelschleimes mehr oder minder behoben werden kann und in gleicher Weise zu einer Verminderung oder Behebung der Schäden führt.

Besonders wurde auf die Art der Schädigung geachtet, welche die Keimlinge von Samen zeigen, die in solchem verdünnten Mistelschleim aufgingen; ebenso von Samen, die nach kürzerem Liegen in unverdünntem Schleim von diesem gereinigt auf mit Wasser getränktes Filterpapier ausgelegt wurden. Ein Punkt, dem v. Wiesner keine Aufmerksamkeit geschenkt hatte. Die Schädigung der Keimlinge kommt auf den beigegebenen Tafeln zur bildlichen Darstellung.

Als besonders leicht Schaden leidend erwies sich die Wurzelanlage, jedoch konnten auch die Keimblätter stark in Mitleidenschaft gezogen sein,

Welche dieser Organe jeweils mehr geschädigt erschienen, erwies sich als abhängig von der Lage, in der der Same dem Mistelschleim auflag, und natürlich auch als in Beziehung stehend zur Lage der Teile des Embryos im Samen. Die Schäden können alle als durch Wasserentziehung bewirkt erklärt werden. Sie äußerten sich: in völligem Absterben der Wurzelanlage oder doch ihres Vegetationspunktes, im Zugrundegehen größerer oder geringerer Teile der Keimblätter unter Bräunung dieser Stellen und ausbleibender oder mangelhafter Chlorophyllbildung in ihrem Umkreise. Teilweise konnten die vorhandenen Hemmungen durch Entfernen des Schleimes und Übertragen der Samen oder Keimlinge auf wasserdurchtränktes Filterpapier noch behoben werden. Auf diesem Wege kam z. B. an einer Wurzel mit abgestorbenem Vegetationspunkt die Neubildung zweier Wurzelanlagen aus lebend verbliebenen Zellen des Meristems zustande. Auch die anatomische Prüfung der geschädigten Organe weist auf Absterben infolge mangelnden Wasserbezuges (bei ganz in Mistelschleim eingebetteten Samen, die an der Keimung gänzlich gehemmt werden) oder durch Wasserentziehung seitens des Schleimes (bei teilweisem und nicht zu lange währendem Kontakt mit dem Mistelschleim) hin.

Daß die Hemmung der Keimung und Schädigung der Keimlinge tatsächlich dem Schleime zuzuschreiben ist, wird dadurch erwiesen, daß bei möglichster Beseitigung des Schleimes von der Oberfläche der Mistelsamen die auf diese ausgelegten Samen mit kaum merklicher Hemmung keimen und zu hohem Prozentsatz normale, ungeschädigte Keimlinge ergeben und daß endlich die schädigenden Einflüsse vollständig verschwinden, wenn auch für eine vollständige Entfernung des Schleimes dadurch gesorgt wird, daß von den Mistelsamen auch die Samenhaut abgenommen und so die Möglichkeit zu weiterer

Schleimbildung beseitigt wird. Die gleichen Versuche lassen es mit hoher Wahrscheinlichkeit auch ausgeschlossen erscheinen, daß an den Schädigungen ein vom Samen ausgehender Giftstoff beteiligt ist. Hingewiesen wird aber auch auf den Schleim, der von den Haftscheiben der Hypokotyle ausgekeimter Mistelembryonen ausgeschieden und von der äußersten Zellage, die aus Elementen von Drüsencharakter besteht, gebildet wird. Dieser Schleim ist stofflich offenbar mehr oder minder von dem Beerenschleim verschieden, was durch seine gelbe Färbung und das Vermögen, Papier stark zu durchtränken, bekundet wird. Da dieser Schleim unter Auflösung von Kutikularschichten der Drüsenzellen entsteht, ist ein höherer Fettgehalt desselben nicht unwahrscheinlich. Im Schleime der Mistelbeeren selbst ist dieser Stoff jedenfalls in viel geringerer Menge vorhanden und kann zunächst nur von der das Endosperm deckenden, kutikularisierten Zellage herrühren und der Hauptmasse des Beerenschleims, die sich wie ein gummiartiger Stoff verhält, beigemengt sein. Erst späterhin, nach der Keimung der Embryonen, kann sein Anteil durch die Ausscheidungen der Hypokotylhaftscheiben erhöht werden.

Es ist möglich, daß dieses Haftscheibensekret Giftwirkungen auf gewisse Pflanzengewebe ausübt, doch sind die Keimungshemmung auf Samen und die beschriebenen Schädigungen der Keimlinge offenbar nur durch die physikalischen Eigenschaften des Mistelschleims, durch seine kolloidale Natur bedingt. Sie werden ja auch schon von dem Schleime der kaum gereiften Beeren, bevor die Keimung der Mistelsamen einsetzt, bewirkt.

Die vorgetragene Deutung wird weiters unterstützt durch die Tatsache, daß ähnliche Keimungshemmungen und Schädigungen von Keimlingen sowohl durch den Schleim der Beeren von *Anthurium scandens* als auch durch konzentrierte Lösungen von

Gummiarabicum erzielt werden konnten. So dürfte denn die als feststehende Tatsache vorgetragene Auffassung v. Wiesner's, daß im Mistelschleim ein besonderer Hemmungsstoff (oder deren mehrere) vorhanden sei, der die Keimung anderer Samen verhindere oder beeinträchtige, widerlegt und die Wirkung sowohl des Mistelschleimes als auch anderer Pflanzenschleime und ähnlicher Kolloide einheitlich als Wirkung der physikalischen Beschaffenheit derartiger Stoffe erklärt erscheinen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Diese bringt in den Fig. 1 bis 3 und 5 bis 10 die durch den Mistelschleim an den Keimlingen von *Brassica oleracea*, und zwar sowohl an der Wurzel als auch an den Keimblättern verursachten Hemmungen und Schädigungen zur Anschauung. Eingehendere Erklärung enthält der Text, daher hier zumeist nur die Vergrößerung und in Klammer die betreffende Textseite angegeben wird.

Fig. 1, *a*, *b*, *c* nat. Gr. (p. 852); *c* die normale Größe eines ungeschädigten Keimblattes.

Fig. 2, 2fach (p. 854 u. p. 858).

Fig. 3, $2^1/_2$fach (p. 854).

Fig. 4, 4fach vergr. (p. 858), die Wurzel und ein Stück des Hypokotyls des in Fig. 2 abgebildeten Keimlings wiedergebend, der nach Beseitigung des Schleimes die abgestorbene Spitze der Wurzel abgestossen, aus lebenden Resten des Vegetationspunktes aber zwei neue Wurzelvegetationspunkte regeneriert hatte. Am Hypokotyl wird das Hervorbrechen von Seitenwurzeln erkennbar.

Fig. 5, 2fach (p 855).

Fig. 6, 2fach (p. 856).

Fig. 7 und Fig. 8, 2fach (p. 856).

Fig. 9 und 10, auf Mistelsamen, von denen der Schleim weitgehend entfernt worden war, ausgelegte keimende Samen von *Brassica oleracea*. Vergr. $3^1/_2$fach (p. 862).

Tafel II.

Fig. 1. Auf Schreibpapier, dem ein Holzbrettchen unterlegt war, mit vollem Schleimbelag zum Keimen ausgelegte Mistelsamen. Der eingetrocknete Schleim verursachte Transparenz des Papiers um die Samen. Aufnahme bei auffallendem Lichte. Nat. Gr. Vgl. Text, p. 868.

Fig. 2. Ein anderer Teil des gleichen Präparates im durchfallenden Lichte aufgenommen, wobei die Transparenz der Höfe um die Samen (obere Reihe) stärker hervortritt; die untere Reihe zeigt, daß vom Papier aufgesaugtes Wasser die Höfe zerstörte. Nat. Gr. Vgl. Text, p. 868, 870.

Fig. 3. Vom Beerenschleim möglichst befreite Samen, die, wie bei Fig. 1 beschrieben, zum Keimen ausgelegt worden waren. Es treten die durch hohe Transparenz besonders ausgezeichneten kleinen Ringzonen um die Haftscheiben der Hypokotyle deutlich hervor, die von dem Sekret der Drüsenzellen der Haftscheibe herrühren. Aufgenommen nach dem eingetrockneten Schaustück, in nat. Gr. Vgl. Text, p. 868.

Fig. 4. Die einzelnen Schleimmassen — ohne Samen — in gleicher Weise ausgelegt, wie bei Fig. 1 erwähnt ist, und nach dem Eintrocknen im durchfallenden Lichte in nat. Gr. aufgenommen. Die Transparenz des Papiers unter den eingetrockneten Schleimklumpen beträchtlich geringer als bei Fig. 2; stärker im allgemeinen, je heller der Schleimklumpen am Bilde erscheint. Vgl. Text, p. 871.

Fig. 5 bis 8. Schädigung an Wurzel oder Kotyledonen der Keimlinge von *Brassica oleracea*.

Fig. 5. Same mit Keimling, dessen Wurzel, durch den Beerenschleim von *Anthurium scandens* geschädigt, abstarb. 3fach vergr. Vgl. Text, p. 876.

Fig. 6. Durch den Beerenschleim von *Anthurium scandens* geschädigter Keimling. Wurzelscheitel abgestorben, das Gewebe am Rande der Keimblätter geschädigt. $1^1/_2$ fach vergr. Vgl. Text, p. 876.

Fig. 7. Die Kotyledonen eines durch konzentrierte Gummilösung geschädigten Keimlings; der eine verkümmert, mit abgestorbenem Gewebe (dunkel), das von nicht ergrünten Partien umgeben ist. 2fach vergr. Vgl. Text, p. 883.

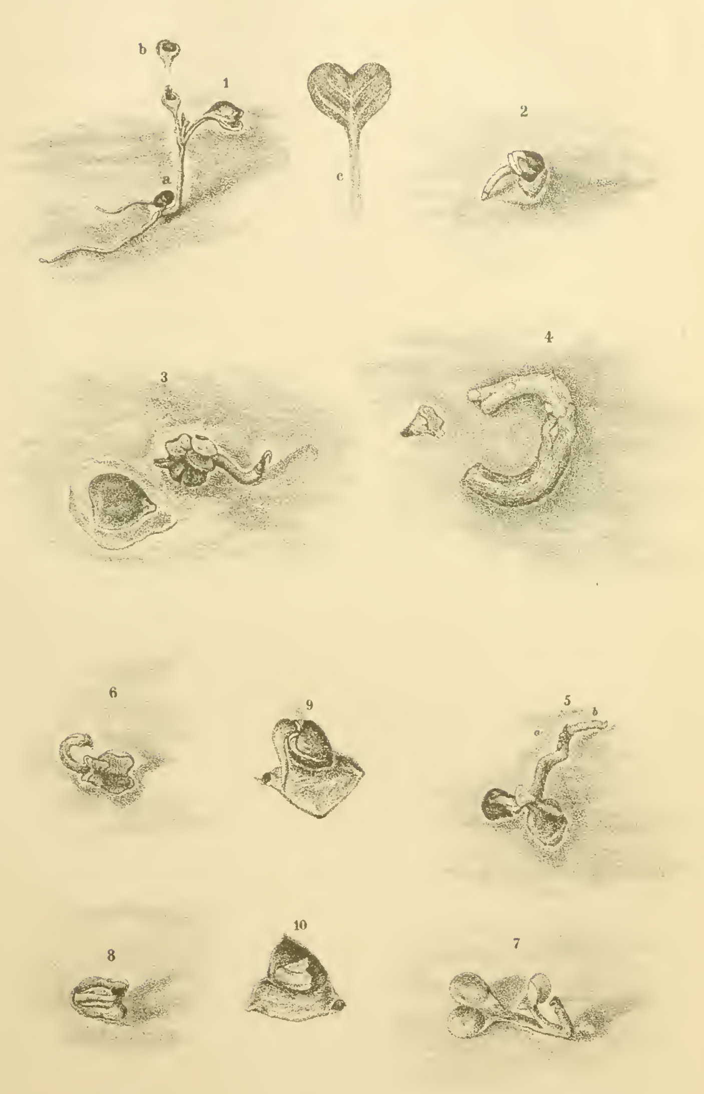
Fig. 8. Durch Gummilösung von starker Konzentration geschädigter Keimling; Zugrundegehen des Wurzelvegetationspunktes, Kümmern und Zurückbleiben des einen Keimblattes. 2fach vergr. Vgl. Text, p. 884.

Fig. 9. Mikrophotographische Aufnahme des Querschnittes durch ein Keimblatt von *Brassica oleracea*. Schädigung durch den Mistelschleim. Der Randteil (dunkel) ist abgestorben, seine Zellen haben sich nicht entleert und sind, ohne in das Streckungswachstum einzutreten, abgestorben. 22fach vergr. Vgl. Text, p. 859.

Fig. 10 ein gleiches Präparat wie in Fig. 9, nur ist an dem betreffenden Keimblatte nur eine Randpartie lebend geblieben, während der größte Teil desselben abstarb (dunklerer Teil des Querschnittes). In der abgestorbenen Partie treten die in Zersetzung übergegangenen Eiweiß(Myrosin)-zellen als dunkle Flecke hervor. 22fach vergr. Vgl. Text, p. 859, 860.

Fig. 11. Partie aus dem Querschnitte durch die noch junge Haftscheibe des Hypokotyls eines Mistelkeimlings, um den Drüsencharakter der sie deckenden Zellage zu zeigen. Präparat gefärbt mit Hämatoxylin, Vergr. 110fach. Vgl. Text, p. 860.

Fig. 12. Partie aus dem Querschnitte durch die Haftscheibe eines Mistelkeimlings, der mit der Haftscheibe dem Stamme einer Balsamine sich angelegt hatte. Man unterscheidet die sezernierende Zellage und sieht die ausgeschiedenen Sekretmassen. Vergr. 110fach. Vgl. Text, p. 869.



Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.





Prof. Ad. Wagner phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.